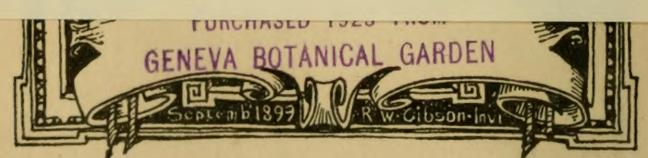



GENEVA BOTANICAL GARDEN
Septemb 1897
R W Gibson Inv

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME CINQUANTE-QUATRIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL
Place de la Louve, 1

PARIS
SANDOZ et FISCHBACHER
Rue de Seine, 33

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1875

Genève. — Imprimerie Ramboz et Schuchardt.

SUR LA

MÉTHODE DES SOMMES DE TEMPÉRATURE

APPLIQUÉE AUX

PHÉNOMÈNES DE VÉGÉTATION

PAR

M. ALPH. DE CANDOLLE

DEUXIÈME PARTIE

---

§ 2. *Effets de la chaleur étudiés au moyen de l'observation dans le cours ordinaire de la nature.*

La voie expérimentale nous a montré le peu d'exactitude de la méthode des sommes, mais elle n'indique pas ce qu'on pourrait lui substituer, ni comment on pourrait la modifier pour qu'il y eût moins d'erreurs. L'observation des faits dans le cours ordinaire des saisons nous conduira peut-être à quelque chose de plus satisfaisant, soit par une conséquence fortuite de compensations des erreurs, soit en montrant des cas dans lesquels une comparaison des sommes peut avoir réellement de l'avantage, par exemple lorsque les erreurs sont semblables dans les chiffres que l'on veut comparer.

Il se pourrait en effet que, l'action de la température étant variable suivant les degrés, dans chaque fonction,

il y eût cependant un certain accord entre le résultat définitif de la végétation d'une espèce et la somme des températures reconnues utiles à cette même espèce. Nous avons vu que les effets de la chaleur sur chaque fonction se présentent comme des courbes, mais la végétation totale se compose de toutes ces courbes, mêlées et ajoutées les unes aux autres, de manière à produire en quelque sorte une construction de forme élevée. Dans tel moment, une fonction chemine lentement, mais d'autres marchent alors pour le mieux; ensuite ces autres fonctions se ralentissent et d'autres marchent plus vite, selon la période de la plus grande activité de chacune. De là pourrait résulter un effet général bien différent des effets partiels. Une comparaison fera comprendre cette idée, sans rien ajouter, j'en conviens, à ce qu'elle peut valoir en elle-même. Dans une tige de palmier, chaque fibre suit une courbe et se mêle avec les autres, tandis que l'ensemble de toutes les fibres constitue un tronc qui grandit régulièrement sous une forme cylindrique.

Des compensations d'erreurs peuvent aussi résulter de ce que, dans le cours ordinaire des choses, les plantes sont soumises à des influences plus nombreuses que dans une expérience de laboratoire. La moyenne de ces influences dans une localité peut donner une moyenne de développement assez analogue à des sommes de température, calculées de telle ou telle façon, dans la localité ou même ailleurs. Théoriquement, cette concordance n'aurait pas de valeur, parce qu'elle serait fortuite; pratiquement elle en aurait, au point de vue de la possibilité d'existence d'une espèce sous un climat connu.

Mes observations de 1847 et 1848 (*Géogr. bot.*, p. 28, 29) sur des plantes annuelles, cultivées à plusieurs re-

prises dans une même localité et arrosées de la même manière, avaient montré que ni les moyennes de température observées à l'ombre, ni les sommes au-dessus de 0°, ne concordent dans tous les cas pour une même espèce. Une série subséquente d'expériences sur la germination[1] m'a fait penser qu'il y aurait eu moins de désaccord si j'avais calculé les sommes au-dessus de + 1°, ou + 2°, ou + 3°, etc., selon l'espèce, comme je l'avais essayé jadis à titre d'hypothèse, quand je scrutais la limite boréale de quelques plantes[2]. Il n'en serait cependant pas résulté une concordance bien grande.

M. Hermann Hoffmann a répété et varié le même genre d'observations avec un soin extrême[3]. Il a constaté pour l'*Hordeum vulgare* et trois des espèces dont je m'étais occupé, les *Iberis amara*, *Lepidium sativum* et *Linum usitatissimum*, semées à plusieurs reprises dans le jardin botanique de Giessen, les dates de chaque époque de végétation, ainsi que les sommes de température d'après des thermomètres à l'ombre et dans le sol à une certaine profondeur, en additionnant les moyennes ordinaires ou les moyennes des maxima. Il a noté en même temps la durée de la lumière du soleil, ainsi que la quantité et la fréquence des pluies. En définitive, soit pour chaque période de végétation d'une espèce, soit pour l'ensemble, les sommes calculées de ces différentes manières n'ont pas donné des chiffres d'une concordance satisfaisante.

Après avoir remarqué que M. Fritzsch n'était pas parvenu à un meilleur résultat en additionnant les tempéra-

[1] *Archives des sciences phys. et nat.* (de la Bibliothèque universelle), novembre 1865.

[2] *Géogr. bot.*, p. 84, 162, etc.

[3] *Witterung und Wachsthum*, 1 vol. in-8°, 1857.

tures au-dessus de 0°, à l'ombre, depuis l'époque du plus grand repos de la végétation, fixé arbitrairement au 1er janvier, M. H. Hoffmann a poursuivi un autre genre de sommes, dans lequel il a été plus heureux, mais qui, malheureusement, n'est pas d'une application facile.

Sa nouvelle méthode consiste à additionner, depuis le 1er janvier jusqu'au moment du phénomène dont il s'agit (feuillaison, floraison, etc.), les maxima de chaque jour d'un thermomètre à mercure *placé au soleil*. On comprend immédiatement l'avantage de faire concourir la chaleur des rayons solaires avec la température générale à l'ombre. C'est ainsi que les choses se passent dans la nature. Mais un thermomètre d'une certaine espèce (mercure, air, alcool, etc.) donne des appréciations très-imparfaites et très-peu comparables de la chaleur du soleil. Ce thermomètre ne peut pas être soustrait, comme ceux des observations à l'ombre, aux influences locales et infiniment variées des corps environnants, de la rosée, de la pluie, etc. A quelques pas de distance, deux thermomètres identiques donnent des maxima différents, et, d'une localité à l'autre, les comparaisons seraient illusoires. A supposer même des observations actinométriques satisfaisantes dans un grand nombre de localités, la chaleur communiquée à chaque plante, dans chacune de ses parties, est différente, selon la couleur, la direction, la nature des tissus, etc. Enfin, en théorie, des sommes arithmétiques ne peuvent pas correspondre exactement avec les courbes variées qui seraient la représentation exacte des influences de température sur les végétaux, et par conséquent aucune manière de calculer des sommes ne peut être rigoureuse.

Malgré ces objections théoriques et pratiques, il est intéressant de voir que les chiffres obtenus par la méthode

de M. Hoffmann à Giessen, pendant quatre ans, sont plus semblables entre eux que ceux déduits des autres procédés. Leur similitude, d'une année à l'autre, fait présumer qu'ils représentent une aliquote moins erronée des véritables valeurs qui déterminent la végétation.

M. Hoffmann a publié[1] les dates de floraison de 96 espèces pendant quatre ans (1866-69), avec la somme de température de chacune, année par année, selon sa méthode et selon celle de M. Fritzsch, dans laquelle on prend les températures à l'ombre au-dessus de 0°, depuis le 1er janvier. Cette dernière doit ressembler beaucoup à celle dans laquelle on compte les températures positives à partir du jour où la moyenne est supérieure à 0°. Elle englobe les températures utiles du premier printemps, mais elle part d'une date absolument arbitraire, par conséquent peu conforme à l'esprit des recherches scientifiques.

J'ai relevé dans le tableau de M. Hoffmann, pour les premières dix espèces ayant des données complètes, les sommes maximum et minimum des quatre années, indiquant l'écart extrême d'une année à l'autre, selon les deux méthodes. Les plus petites sommes ont été aux plus grandes, dans la méthode Hoffmann, comme 100 : 110,6. Dans la méthode Fritzsch, = 100 : 120. J'ai pris les dix espèces suivantes, et j'ai trouvé l'écart moyen dans la méthode Hoffmann, comme 100 : 110,6 : dans l'autre, comme 100 : 122. Pour une troisième dixaine, dans la méthode Hoffmann, comme 100 : 111 : dans l'autre, comme 100 : 122. Ainsi, l'écart moyen est double dans la

[1] *Ueber thermische Vegetations-Constanten*, br. 4° (sans date). Portant les numéros p. 381 et suivants d'une collection.

méthode des températures observées à l'ombre. La méthode Hoffmann est plus indépendante des variations annuelles. Les défauts même du thermomètre libre, exposé à toutes les radiations, évaporations, etc., étant ceux qu'aurait une plante si on la prenait pour thermomètre ou si elle renfermait un thermomètre, on comprend qu'il en résulte plus d'analogie avec la marche réelle et moyenne de la végétation. D'un autre côté, le thermomètre au soleil est inégal, irrégulier, selon toutes les influences, comme la température des végétaux considérés un à un, dans une même localité. Sous ce point de vue, le thermomètre à l'ombre, abrité convenablement, a au moins l'avantage d'un fait déterminé, unique, comparable d'un lieu à l'autre. C'est d'ailleurs le seul fait que les observations météorologiques aient constaté jusqu'à présent d'une manière uniforme et fréquente, le seul sur lequel on puisse baser des calculs de comparaison dans l'état actuel de la science.

Il est utile, en effet, de savoir quel parti on peut tirer des sommes de température observées à l'ombre pour comparer, en géographie botanique, l'influence des climats. Nous avons heureusement des séries extrêmement précieuses d'observations sur les époques de feuillaison, floraison et maturation faites, pendant plusieurs années, dans de nombreuses localités d'Europe, à l'instigation principalement du célèbre statisticien Quetelet. Ces observations et d'autres ont été réunies et calculées tant par lui que par plusieurs auteurs pleins de zèle et d'intelligence, tels que MM. Fritzsch, Cohn, H. Hoffmann, Linsser, etc. Je me servirai de préférence des tableaux de Linsser [1],

[1] C. Linsser, Die periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens, in-4°, 1867; dans les *Mémoires de l'Acad. imp. des sciences de Saint-*

parce qu'ils sont moins anciens, et surtout plus clairs et moins encombrés de signes, lettres et abréviations. L'auteur, dont la mort prématurée est si regrettable, était attaché à l'observatoire impérial de Pulkowa. C'est dire qu'il était habitué aux calculs. On peut trouver même qu'il était enclin à pousser l'exactitude au delà de ce qui est nécessaire d'après la nature des phénomènes dont il s'agit.

Je soupçonne en effet, d'après les séries d'observations les plus longues et les plus admissibles dans des localités voisines, qu'il n'y a pas eu toujours une précision suffisante dans les faits appelés par divers observateurs feuillaison, floraison et maturation, malgré les bonnes directions de M. Quetelet. Il a pu arriver aussi que dans une localité on a observé une espèce d'après un individu plus précoce ou plus tardif que la moyenne, et chacun sait par l'exemple du marronnier (*Æsculus Hippocastanum*) et des chênes, que ces diversités peuvent être de plusieurs jours. Restent aussi les causes ordinaires d'erreur, comme les observations mal faites, mal inscrites ou mal calculées. En comparant les villes de Belgique, dont le climat est bien connu et diffère peu, et dans lesquelles on a fait des observations de plus de dix ans, il m'a paru cependant que la somme des erreurs possibles, avec des séries aussi longues, ne dépasse pas trois ou quatre jours dans la date de feuillaison ou floraison d'une espèce, ni deux ou trois dans la date des maturations. Pour des moyennes de 4 à 10 ans, les erreurs peuvent s'élever plus haut, par exem-

Pétersbourg, vol XI, n. 7. — *Id.* Untersuchungen über die periodischen Lebenserscheinungen der Pflanzen, 2[te] Abhandlung, in-4°, 1869 ; dans les mêmes Mémoires, XIII, n. 8.

ple à 6 ou 8 jours, je suppose, mais il n'est pas possible de donner à ces évaluations plus de précision. Au printemps, les températures étant souvent de 10°, 3 jours d'erreur feraient 30° dans une somme, et 8 jours 80°. Il faut donc envisager la possibilité d'erreurs allant jusqu'à environ 80° ou au plus 100° dans une somme, suivant la durée des observations comprises entre 20 et 4 ans et les autres causes d'erreur moins importantes.

Les tableaux qui suivent sont tirés de ceux de Linsser, relatifs à 118 espèces et 29 localités, en disposant les faits selon les méthodes employées dans les bons ouvrages de statistique, c'est-à-dire en opposant ceux qui sont le plus comparables, de manière à déduire des lois et des explications de ces lois. J'estime ce procédé meilleur que celui de calculs mathématiques, toutes les fois qu'il s'agit de faits peu précis de leur nature et déterminés ou influencés par des causes très-variées.

J'ai éliminé presque toujours les espèces cultivées, à cause de leurs nombreuses modifications et des procédés de culture, ainsi que certaines espèces spontanées, comme l'*Ulmus campestris*, qui présentent plusieurs formes aisées à confondre. C'est seulement à titre d'exception, lorsque les autres données sont insuffisantes, que j'ai admis des espèces cultivées. Cependant je dois dire qu'à la fin de mon travail, ayant jeté un coup d'œil sur les dates et chiffres des espèces de cette nature, j'ai remarqué les mêmes faits que pour les espèces spontanées. Pour les époques de maturation, les documents sont si rares qu'il m'a fallu employer des séries de 3 ans, mais pour la feuillaison et la floraison, j'ai repoussé celles de moins de 4 ans. D'ailleurs, dans chaque comparaison, j'ai employé *tous*

les renseignements de Linsser rentrant dans ces limites [1]. Sans cela, mes conclusions n'auraient peut-être pas été dégagées d'opinions préconçues, ou du moins on aurait pu le croire.

Les températures ont été calculées par Linsser, d'après des moyennes de 5 ans au moins, quelquefois de 20 à 30 ans, excepté pour deux localités, Pessan et Parme, où la durée a été seulement de trois ans. De là une chance d'erreur difficile à apprécier, mais dont il est bon de prendre note.

En comparant les localités avec tout le soin possible, on arrive à reconnaître deux lois relatives à l'Europe, du 43me au 60me degré de latitude.

Première loi. — *Sous des latitudes et hauteurs à peu près semblables, les sommes de température au-dessus de 0°, observées à l'ombre, sont toujours plus élevées, pour la même espèce et la même fonction, dans les localités occidentales (à climat humide et égal), que dans les localités orientales (à climat sec et extrême).*

Les tableaux suivants en fournissent la preuve. Ils sont disposés de telle manière que les localités à comparer sont toujours l'une au-dessus de l'autre, en procédant de l'ouest à l'est, sous des latitudes qui ne diffèrent pas de plus de 3°.

[1] Dans beaucoup de localités les observations n'ont été faites que pour un ou deux des phénomènes, ordinairement la floraison et la feuillaison, ou bien les séries d'années sont trop courtes. C'est la cause principale de la réduction de mes tableaux comparés avec ceux de Linsser.

I. Comparaison de localités occidentales et orientales dans les plaines.

Latitude.	Espèces dans des localités inférieures à 150 mètres.	FEUILLAISON			FLORAISON			MATURATION		
		Années d'ob.	Dates.	Sommes.	Années d'ob.	Dates.	Sommes.	Années d'ob.	Dates.	Sommes.
° ′	*Corylus Avellana.*					*				
59,55	Christiania.	4	13 mai.	209						
60,0	St-Pétersbourg.	6	18 mai.	185						
52,13	Swaffham (Angleterre).	5	11 avril.	366						
53,25	Stettin	7	27 avril.	292						
	Populus tremula.					*				
59,55	Christiania.	5	28 mai.	370						
60,0	St-Pétersbourg.	6	22 mai.	224						
	Cratægus oxyacantha.									
50,51	Bruxelles.				20	7 mai.	631	10	19 sept.	2885
48,12	Vienne.				10	15 mai.	640	8	19 août.	2416
47,0	Kischineff (Bessarabie).				11	10 mai.	486			
	Lonicera tatarica.									
50,51	Bruxelles.				20	10 mai.	668			
48,12	Vienne.				10	6 mai.	518			
47,0	Kischineff.				13	12 mai.	516			
	Acer Pseudoplatanus.									
50,51	Bruxelles.				19	1er mai.	561			
48,12	Vienne.				9	1er mai.	467			
47,0	Kischineff.				6	17 avril.	203			
	Viburnum Lantana.									
51,52	Ostende.	12	24 avril.	553	13	5 mai.	674			
53,25	Stettin.	5	24 avril.	265	7	11 mai.	443			
	Lonicera Periclymenum.									
52,13	Swaffham (Angleterre).				5	13 juin.	1116			
53,25	Stettin.				5	12 juin.	896			
	Acer campestre.									
50,51	Bruxelles.	13	24 avril.	486	11	8 mai.	643			
48,12	Vienne.				10	30 avril.	457			
47,0	Kischineff.				13	24 avril.	277			
	Rhamnus Frangula.									
50,51	Bruxelles.				16	21 mai.	814			
51,3	Gand.							3	23 sept.	3083
48,12	Vienne.				6	20 mai.	698	3	7 juillet	1554
	Evonymus latifolius.									
51,3	Gand.				10	17 mai.	805	3	6 sept.	2817
48,12	Vienne.				10	11 mai.	583	9	15 août.	2331
	Fagus sylvatica.									
52,13	Swaffham (Angleterre).	6	26 avril.	501						
53,25	Stettin.	7	28 avril.	302						
51,3	Gand.	8	30 avril.	589				3	30 sept.	3180
53,25	Stettin.	7	28 avril.	302				7	20 juillet	1560

* La floraison des arbres à chatons a été omise parce qu'elle dépend trop de l'année antérieure.

II. Comparaison de localités occidentales et orientales entre 150 et 350^m d'altitude [1].

Latitude.	Espèces et localités.	FLORAISON		
		Années d'observ.	Dates.	Sommes.
	Prunus Padus.			
47,19	Dijon.	8	30 avril.	708
48,31	Tubingen.	10	3 mai.	444
	Sambucus nigra.			
47,19	Dijon.	8	25 mai.	1087
48,31	Tubingen.	9	17 juin.	1063
50,28	Stavelot.	9	16 juin.	973
50,5	Prague.	11	3 juin.	905
	Berberis vulgaris.			
50,28	Stavelot.	7	22 mai.	611
50,5	Tubingen.	10	16 mai.	598
	Sorbus aucuparia.			
47,19	Dijon	8	11 mai.	866
48,31	Tubingen.	10	23 mai.	690
50,28	Stavelot.	10	19 mai.	573
50,9	Prague.	10	14 mai.	588
	Betula alba.			
50,28	Stavelot.	6	24 avril.	307
50,26	Kiew.	4	25 avril.	176
	Cratægus oxyacantha.			
47,19	Dijon.	8	18 mai.	973
48,31	Tubingen.	10	19 mai.	637

J'aurais pu multiplier les termes de comparaison en relevant les chiffres de localités plus voisines, toujours à l'orient les unes des autres, comme Abo et Saint-Pétersbourg, Ostende et Bruxelles, même Gand et Bruxelles. On aurait reconnu la même loi, non sans quelques petites

[1] Il n'y a pas d'observations de plus de deux ans sur la feuillaison et la maturation dans des localités placées de cette manière, excepté pour un arbre cultivé, *Æsculus Hippocastanum*, qui offre souvent de grandes diversités d'époques entre deux individus de la même plantation.

irrégularités qui s'expliquent par le peu de distance et le peu de diversité des climats, à côté des causes ordinaires d'erreur dans les observations, même prolongées de ces sortes de faits.

Toute personne habituée à comparer les climats européens sait que la fréquence des pluies et des nuages diminue en marchant de l'ouest à l'est, d'où résulte une augmentation des effets calorifiques du soleil et une addition aux sommes de la température telle qu'on l'observe à l'ombre. Il découle de là une diminution des sommes de température à l'ombre qui paraissent nécessaires à la végétation lorsqu'on avance vers l'est. Je reviendrai sur ce point important après avoir bien établi les faits. Pour le moment, je ferai remarquer à quel point la diminution des sommes vers l'est, pour les époques végétatives, concorde avec celle que j'avais trouvée sur les limites polaires de plusieurs espèces européennes en avançant de l'ouest à l'est (*Géogr. bot.*, p. 402).

On trouve dans les chiffres de Linsser quelques indices d'une loi qui modifierait légèrement la précédente, si du moins elle se confirme. En effet : *L'élévation au-dessus de la mer semble produire, sous la même latitude et à distance égale de l'océan Atlantique, une diminution dans les sommes.* Malheureusement, les observations dans les localités de 4 à 600 mètres d'altitude sont rares, et celles à des hauteurs plus grandes font défaut, du moins dans le résumé que nous examinons[1].

[1] On trouverait pour des localités élevées de Suisse ou d'Autriche quelques observations, assez rares, sur les dates de végétation, mais elles sont pour des années isolées ou peu nombreuses, ou pour des localités dont les moyennes mensuelles de température sont peu connues, et le plus souvent pour des espèces cultivées, dans lesquelles le nombre des variétés rend les comparaisons incertaines.

La comparaison de Namur (152^{m}) et de Stavelot (318^{m}), villes belges très-rapprochées, accuse des dates plus hâtives à Namur et des sommes constamment plus petites à Stavelot, du moins pour la floraison, seul phénomène observé dans cette dernière localité. Sur 14 espèces notées pendant plus de trois ans, il ne se trouve pas une seule exception. Stavelot, il est vrai, est à l'orient de Namur, mais à 20 lieues seulement. Quatre espèces ont été observées pour la floraison à Heidelberg (102^{m}) et à Munich (520^{m}). Les sommes sont plus faibles à Munich, mais, comme dans l'exemple précédent, la station élevée est la plus orientale. Si l'on compare Vienne (146^{m}) et Munich (520^{m}), on trouve les sommes relatives à la floraison dans 11 espèces plus fortes à Munich et dans 8 autres à Vienne; et celles relatives à la maturation, dans 10 espèces plus fortes à Munich et dans deux autres à Vienne. La position occidentale de Munich paraît donc avoir exercé une influence prépondérante, si réellement l'élévation en a une quelconque. Munich a bien un climat occidental relativement à Vienne, car la pluie y est plus abondante dans les mois essentiels d'avril à juillet.

Le doute sur l'effet de la hauteur m'a empêché de comparer Moscou, Orel, Breslau, Prague, Tubingen, Kreutzbourg, avec des localités occidentales moins élevées, et fait hésiter à comparer Parme avec Pessan, localité du sud-ouest de la France, située sous la même latitude, mais à 266^{m} d'élévation. Je dois dire cependant que toutes ces stations confirment la loi de diminution des sommes en marchant de l'ouest à l'est, sous des latitudes à peu près semblables. La loi est aussi vraie sous les 43 à 44 degrés de latitude de Pessan à Parme, qu'en Belgique, en Allemagne ou en Russie. La diminution orientale est moins grande de Pes-

san à Venise que de Pessan à Parme, ce qu'il faut attribuer probablement au climat maritime de Venise, entourée de ses lagunes. Les conditions atmosphériques s'y rapprochent davantage de celles des localités voisines de l'Atlantique.

En supposant que l'élévation de Pessan (266^m) n'exerce pas une influence positive relativement à Parme (38^m), et Venise (0^m), il peut y avoir de l'intérêt à comparer ces trois localités, les plus méridionales dans lesquelles de bonnes observations aient été faites. Vu la rareté des chiffres sur la maturation, j'admettrai, outre les espèces spontanées, quatre espèces cultivées qui n'ont pas beaucoup de variétés ou sous-variétés de nature à infirmer les comparaisons[1].

La position géographique des trois localités est :

	Pessan.	Parme.	Venise.
Latitude	43°,38′	44°,48′	45°,26′
Longitude E. Fer.	18°,20′	28°,0′	30°,1′

[1] Je rappellerai que pour Parme et Pessan la durée des observations sur la température est seulement de 3 ans. A Venise, les calculs de sommes reposent sur 7 ans.

III. Comparaison de Pessan, Parme et Venise.

Espèces et localités.	FEUILLAISON			FLORAISON			MATURATION		
	Années d'obs.	Dates.	Sommes.	Années d'obs.	Dates.	Sommes.	Années d'obs.	Dates.	Sommes.
Syringa vulgaris.									
Pessan.	4	3 avril.	611	4	25 avril.	899	4	28 août.	3561
Parme.	5	1er avril.	315	8	18 avril.	497			
Venise.	15	5 avril.	410	15	28 avril.	707	10	23 juillet	2477
Philadelphus coronarius.									
Pessan.	4	23 mars	492	4	14 mai.	1203			
Venise.	17	10 avril.	467	17	13 mai.	950			
Sambucus nigra.									
Pessan.	4	12 mars.	385	4	18 mai.	1273	4	13 août.	3216
Parme.	7	21 mars.	226	8	12 mai.	848			
Venise.	8	8 mars.	172	17	20 mai.	1075	15	21 juillet	2430
Berberis vulgaris.									
Parme.	4	26 mars.	264	7	20 avril.	522			
Venise.	16	25 mars.	301	16	26 avril.	678			
Viburnum Opulus.									
Parme.				5	28 avril.	629			
Venise.				17	19 mai.	1057			
Robinia pseudo-Acacia.									
Pessan.	4	28 avril.	943	4	19 mai.	1291	4	4 sept.	3714
Parme.	5	21 avril.	535	6	9 mai.	797			
Venise.	17	28 avril.	593	17	17 mai.	1021	15	25 sept.	3848
Populus alba.									
Parme.	4	14 avril.	450	5	23 mars.	240			
Venise.	17	10 avril.	467	16	30 mars.	348			
Cytisus Laburnum.									
Pessan.	4	31 mars.	577	4	25 avril.	899	4	15 août.	3263
Venise.	17	12 avril.	491	17	26 avril.	678	12	6 août.	2807
Quercus pedunculata.									
Pessan.	4	14 avril.	747	4	30 avril.	974			
Parme.	7	12 avril.	427	4	23 avril.	561			
Cornus mascula.									
Parme.				4	10 mars.	156			
Venise.				17	19 mars.	250			
Cornus sanguinea.									
Parme.	4	10 avril.	405	7	10 mai.	814			
Venise.	15	20 mars.	258	17	20 mai.	1075			
Acer campestre.									
Parme.	5	8 avril.	383						
Venise.	15	18 avril.	567						
Ligustrum vulgare.									
Parme.				4	23 mai.	1046			
Venise.				17	20 mai.	1075			
Buxus sempervirens.									
Parme.				6	20 mars.	219			
Venise.				17	22 mars.	275			
Cercis Siliquastrum.									
Pessan.	4	28 avril.	943	4	22 avril.	856			
Parme.	4	20 avril.	522	5	24 avril.	574			
Venise.	17	17 mars.	234	17	27 avril.	692			
Bignonia Catalpa.									
Parme.	5	15 avril.	461						
Venise.	17	17 avril.	554						

Dans ce tableau, il n'y a qu'un seul cas dans lequel la somme relative à la localité occidentale et élevée de Pessan n'ait pas été plus forte que celles de Parme et de Venise. L'influence du climat occidental est donc très-grande dans le midi de l'Europe, comme dans le nord, et cependant Pessan, localité du département de Gers, à une lieue au sud-est d'Auch, est à une certaine distance (40 lieues environ) du littoral de l'océan Atlantique.

Les sommes, ordinairement plus élevées à Venise qu'à Parme, confirment ce que j'ai dit du climat quasi-occidental de Venise, car cette ville étant à deux degrés de longitude à l'orient de Parme aurait dû avoir des sommes moins élevées, mais évidemment le voisinage de l'Adriatique lui donne des conditions analogues à celles des pays occidentaux.

Deuxième loi. — *Dans l'Europe occidentale, du 43me au 60me degré de latitude, les sommes de température au-dessus de 0° et à l'ombre, pour la même espèce et la même fonction, diminuent en avançant du midi vers le nord, tandis que dans l'Europe orientale les chiffres ne présentent pas de différences bien régulières selon les degrés de latitude.*

La première partie (A) du tableau qui suit est extrêmement remarquable par la régularité de la loi que je viens d'énoncer. Les données, il est vrai, sont nombreuses, bien comparables et fondées sur des moyennes assez longues, même pour les époques de maturation. J'ai eu

soin d'opposer toujours des localités dans une situation semblable à l'égard de l'Atlantique ou de la mer Baltique, et aussi sous le rapport de l'élévation.

Les chiffres de Carlö, île située au fond du golfe de Bothnie, sous le 65[me] degré de latitude, prouvent que la loi s'arrête au delà du 60[me] degré. Il n'en est probablement pas de même sur la côte de Norvége, qui est beaucoup plus soumise aux conditions des climats maritimes, mais on ne possède pas encore de série d'observations faites dans ce pays sur des espèces spontanées, ou du moins Linsser, en 1869, n'en connaissait pas, et je doute qu'il en existe[1].

La seconde partie (B) du tableau montre de singulières différences dans les sommes en avançant du midi vers le nord.

Parme a cinq fois des sommes plus élevées que Vienne, et Vienne neuf fois des sommes plus élevées que Parme. Entre Vienne et Prague, les sommes sont toujours plus fortes à Vienne, soit pour la floraison, soit pour la maturation, à l'exception d'un seul cas. Entre Vienne et Moscou, les sommes pour la floraison sont plus fortes cinq fois et plus faibles deux fois à Vienne, mais pour la maturation elles sont plus fortes quatre fois à Moscou, et deux fois seulement à Vienne. Kischineff et Kiew, au midi de Moscou, ont en général des sommes plus fortes. Il en est de même si l'on met en opposition Parme avec Prague ou Kiew.

[1] Linsser n'a pas mentionné les dates d'espèces vernales observées de 1851 à 1856, à Édimbourg, par MM. Mac Nab et D. Gorrie (*Proceedings of the bot. soc. of Edinb.*, 1856, p. 24, 31, 32), mais comme ces espèces sont presque toutes différentes de celles observées sur le continent, cette lacune n'est pas à regretter.

IV. Comparaison de localités méridionales et septentrionales.

A. Dans la région occidentale soit maritime[1].

Latitude.	Espèces et localités.	FEUILLAISON Années d'obs.	Dates.	Sommes.	FLORAISON Années d'obs.	Dates.	Sommes.	MATURATION Années d'obs.	Dates.	Sommes.
° ′	*Prunus Padus.*									
51,14	Ostende.	13	15 avril.	464	12	1er mai.	628	11	3 août.	2072
59,55	Christiania.	11	11 mai.	191	10	27 mai.	359			
65,0	Carlö.	13	28 mai.	179	13	16 juin.	386			
50,51	Bruxelles.	13	16 avril.	408	17	11 mai.	681			
60,0	Pétersbourg.	6	9 mai.	111	14	2 juin.	348	6	12 août.	1475
	Evonymus europæus.									
50,51	Bruxelles.	20	7 avril.	330						
60,0	Pétersbourg.	6	26 mai.	267						
	Syringa vulgaris.									
43,38	Pessan.				4	25 avril.	899	4	28 août.	3561
50,28	Stavelot.				11	18 mai.	560			
51,3	Gand.				13	9 mai.	699	9	30 août.	2697
	Philadelphus coronavius.									
43,38	Pessan.				4	14 mai.	1203			
50,28	Stavelot.				9	12 juin.	910			
	Æsculus Hippocastanum.									
43,38	Pessan.				4	28 avril.	943	4	13 sept.	3901
50,28	Stavelot.				4	21 mai.	598			
51,3	Gand.				4	14 mai.	764	10	16 sept.	2978
	Sambucus nigra									
50,51	Bruxelles.	20	27 mars.	250	20	31 mai.	959			
60,0	Pétersbourg.	6	17 mai.	176	11	9 juillet	904			
43,38	Pessan.				4	18 mai.	1273			
50,28	Stavelot.				9	16 juin.	973			
	Berberis vulgaris.									
50,51	Bruxelles.	20	28 mars.	257	20	8 mai.	643			
60,0	Pétersbourg.	6	24 mai.	245	13	17 juin.	552			
	Corylus Avellana.									
51,14	Ostende.	19	16 avril.	474						
59,55	Christiania.	4	13 mai.	209						
50,51	Bruxelles.	20	29 mars.	264						
60,0	Pétersbourg.	6	18 mai.	185						
	Sorbus aucuparia.									
51,14	Ostende.	14	24 avril.	553	14	16 mai.	807	12	17 août.	2319
60,27	Abo.				16	11 juin.	492			
65,0	Carlö.	13	26 mai.	162	13	25 juin.	505			
50,51	Bruxelles.	20	7 avril.	330	19	7 mai.	631			
60,0	Pétersbourg.	7	10 mai.	118	15	10 juin.	453	6	27 août.	1701

[1] J'ai cru devoir citer quelques espèces cultivées pour les localités Pessan et Stavelot, à cause de l'importance de la comparaison de ces deux points.

A. Dans la région occidentale soit maritime (*suite*).

Latitude.	Espèces et localités.	FEUILLAISON Années d'obs.	Dates.	Sommes.	FLORAISON Années d'obs.	Dates.	Sommes.	MATURATION Années d'obs.	Dates.	Sommes.
° ′	*Sorbus aucuparia.*									
43,38	Pessan.				4	30 avril.	974			
50,38	Stavelot.				10	19 mai.	573			
	Viburnum Opulus.									
51,14	Ostende.				14	29 mai.	982			
60,27	Abo.				4	27 juin.	733			
50,51	Bruxelles.	20	31 mars.	278	20	15 juin.	732			
60,0	Pétersbourg.	7	21 mai.	214	11	25 juin.	674	4	17 sept.	1968
	Betula alba.									
52,13	Swaffham (Angleterre).	6	19 avril.	435						
59,55	Christiania.	9	15 mai.	228						
51,14	Ostende.	19	26 avril.	574	17	28 avril.	595	10	19 sept.	2860
60,27	Abo.	6	15 mai.	183	5	22 mai.	250			
50,51	Bruxelles.	20	13 avril.	381	14	12 avril.	372			
60,0	Pétersbourg.	7	16 mai.	167	12	22 mai.	224	6	30 juillet	1261
	Daphne Mezereum.									
51,14	Ostende.				18	13 mars.	214			
59,55	Christiania.				5	15 avril.	32			
	Populus tremula.									
51,14	Ostende.	13	9 mai.	721						
59,55	Christiania.	5	28 mai.	370						
	Quercus pedunculata.									
50,51	Bruxelles.	20	28 avril.	528						
60,0	Pétersbourg.	7	30 mai.	312						
	Cratægus oxyacantha.									
51,14	Ostende.				21	21 mai.	873			
60,27	Abo.				5	18 juin.	593			
	Sambucus racemosa.									
50,51	Bruxelles.	19	20 mars.	206	20	21 avril.	456			
60,0	Pétersbourg.	7	24 avril.	29	14	31 mai.	324			
	Lonicera tatarica.									
50,51	Bruxelles.	20	8 mars.	144	20	10 mai.	668			
60,0	Pétersbourg.	6	15 mai.	158	11	14 juin.	509			
	Rhamnus Frangula.									
50,51	Bruxelles.	18	22 avril.	466	16	21 mai.	814			
60,0	Pétersbourg.	6	25 mai.	256	11	25 juin.	674			
	Lonicera Xylosteum.									
50,51	Bruxelles.	15	1er avril.	285	20	9 mai.	655			
60,0	Pétersbourg.	6	15 mai.	158	13	9 juin.	439			
51,14	Ostende.	13	9 avril.	410	13	11 mai.	745	4	19 juillet	1805
60,0	Pétersbourg.	6	15 mai.	158	13	9 juin.	439	6	6 août.	1378
	Ribes alpinum.									
51,14	Ostende.	15	7 avril.	393	14	17 avril.	483	4	20 juillet	1823
6,00	Pétersbourg.	7	3 mai.	72	13	24 mai.	245	7	4 août.	1345

B. Dans la région orientale soit continentale.

Latitude.	Espèces et localités.	FEUILLAISON			FLORAISON			MATURATION		
		Années d'obs.	Dates.	Sommes.	Années d'obs.	Dates.	Sommes.	Années d'obs.	Dates.	Sommes.
° ′	*Prunus Padus.*									
44,48	Parme.				5	22 avril.	548			
48,12	Vienne.				10	28 avril.	437	10	23 juin.	1318
55,45	Moscou.				6	23 mai.	319	3	18 août.	1880
47,0	Kischineff.				12	7 mai.	442			
55,45	Moscou.				6	23 mai.	319			
	Sambucus nigra.									
44,48	Parme.	7	21 mars.	226	8	12 mai.	818			
48,12	Vienne.				4	22 mai.	721			
50,26	Kiew.	4	26 avril.	185	4	3 juin.	685			
	Berberis vulgaris.									
44,48	Parme.				7	20 avril.	522			
48,12	Vienne.				9	11 mai.	590			
	Corylus Avellana.									
44,48	Parme.	6	27 mars.	272				3	15 août.	3012
50,26	Kiew.	4	29 avril.	214						
55,45	Moscou.	4	21 mai.	294				3	1er sept.	2112
	Sorbus aucuparia.									
48,12	Vienne.				10	13 mai.	615			
55,45	Moscou.				5	9 juin.	568			
	Viburnum Opulus.									
44,48	Parme.				5	28 avril.	629			
48,12	Vienne.				7	17 mai.	635			
55,45	Moscou.				6	19 juin.	738			
47,0	Kischineff.				18	15 mai.	561			
55,45	Moscou.				6	19 juin.	738			
	Betula alba.									
47,0	Kischineff.				7	21 avril.	244			
50,26	Kiew.				4	25 avril.	176			
55,45	Moscou.				6	8 mai.	155			
	Populus alba.									
44,48	Parme.				5	23 mars.	240			
48,12	Vienne.				9	4 avril.	224			
	Cytisus Laburnum.									
44,48	Parme.				5	29 avril.	643			
48,12	Vienne.				10	14 mai.	622			
	Evonymus europæus.									
44,48	Parme.				6	28 avril.	629			
48,12	Vienne.				10	23 mai.	752			
	Populus tremula.									
48,12	Vienne.				7	26 mars	172	4	8 mai.	523
55,45	Moscou.				6	1er mai.	98	3	6 juin.	520

B. Dans la région orientale soit continentale (*suite*).

Latitude.	Espèces et localités.	FEUILLAISON Années d'obs.	Dates.	Sommes.	FLORAISON Années d'obs.	Dates.	Sommes.	MATURATION Années d'obs.	Dates.	Sommes.
° ′	*Quercus pedunculata.*									
44,48	Parme.				4	23 avril.	561			
48,12	Vienne.				9	6 mai.	526			
	Cratægus Oxyacantha.									
44,48	Parme.				4	20 avril.	522			
48,12	Vienne.				10	15 mai.	640			
50,5	Prague.				6	10 mai.	532			
	Cornus mascula.									
44,48	Parme.				4	10 mars.	156			
48,12	Vienne.				9	29 mars.	182	8	19 août.	2385
50,5	Prague.				12	5 avril.	162	8	7 août.	2177
	Cornus sanguinea.									
44,48	Parme.	4	10 avril.	405	7	10 mai.	814			
48,12	Vienne.				10	1er juin.	912	8	16 août.	2331
50,5	Prague.	8	21 avril.	303	6	5 juin.	939	5	4 août.	2117
	Sambucus racemosa.									
48,12	Vienne.				5	1er mai.	438	5	22 juin.	1255
55,45	Moscou.				5	26 mai.	359	3	16 août.	1845
	Prunus spinosa.									
44,48	Parme.				4	21 mars.	226			
48,12	Vienne.				10	24 avril.	402			
50,5	Prague.				5	22 avril.	314			
	Viburnum Lantana.									
48,12	Vienne.				10	3 mai.	487	10	2 août.	2078
50,5	Prague.				10	6 mai.	479	6	30 juillet	2016
	Rhamnus Frangula.									
48,12	Vienne.				6	20 mai.	698	3	7 juillet	1554
55,45	Moscou,				5	22 juin.	792	4	7 sept.	2200
	Lonicera Xylosteum.									
48,12	Vienne.				10	7 mai.	527	8	28 juin.	1378
55,45	Moscou.				5	29 mai.	401	3	18 août.	1880
	Acer platanoides.									
48,12	Vienne.				10	14 avril.	308	20	3 sept.	3086
55,45	Prague.				12	20 avril.	293	7	11 juillet	1630
47,0	Kischineff.				4	7 mai.	442			
55,45	Moscou.				5	16 mai.	236			
	Buxus sempervirens.									
44,48	Parme.				6	20 mars.	219			
48,12	Vienne.				9	16 avril.	336			

Au milieu de toutes les fluctuations du tableau IV B, la majorité des cas présente une somme plus élevée dans la station la plus méridionale. Cela s'est rencontré presque deux fois plus souvent que l'inverse. D'où l'on peut inférer que la *loi de diminution des sommes en marchant du midi au nord existe dans l'Europe orientale, comme dans l'Europe occidentale, mais qu'elle y est altérée et masquée par des causes secondaires.*

Nous verrons bientôt quelles doivent être ces causes, ou du moins quelles sont les principales.

J'ai suivi jusqu'à présent les deux mémoires de Linsser qui sont extrêmement précieux par l'abondance, la précision et la clarté des documents. Pour l'étude des faits eux-mêmes, il est impossible d'avoir une meilleure base. Mais, quant à la manière de les interpréter, je suis forcé de m'éloigner beaucoup des idées de l'auteur et de son mode de raisonnement. Sa spécialité de mathématicien l'a conduit à chercher surtout des lois numériques et des interprétations par hypothèses et formules. Je désire me rapprocher plutôt des faits naturels, des données de la physiologie et des climats, en un mot, de ce qui résulte de l'observation en diverses localités. Pour cela, c'est la méthode statistique dont il convient de faire usage. Je viens de l'employer pour constater, au moyen des chiffres calculés par Linsser, deux lois exprimant l'état habituel des choses. Je continuerai de m'en servir pour chercher les causes et l'influence relative des causes qui déterminent ces lois.

La critique d'une des opinions fondamentales de Linsser fera comprendre comment cet estimable auteur a été mal conseillé par ses habitudes mathématiques. Il a eu

l'idée de calculer le rapport entre la somme de température au-dessus de 0°, pour chaque fonction et chaque espèce dans chaque localité, et la somme totale de température au-dessus de 0° dans la même localité. Naturellement, il a trouvé des valeurs différentes pour ce rapport selon les localités, et il s'est figuré que ces différences proviennent d'une faculté d'adaptation des espèces aux conditions diverses de température. Or, avant de se lancer dans cette hypothèse, vraie peut-être jusqu'à un certain point, mais très-obscure et très-débattue, il aurait fallu faire une réflexion qu'un naturaliste n'aurait certes pas négligé de faire. La chaleur qui précède et surtout celle qui suit les fonctions végétatives ne peuvent pas avoir une connexité réelle, ni surtout un peu importante, avec les températures pendant la durée des phénomènes de végétation. La chaleur qui précède la germination ou l'évolution des bourgeons a quelque influence, sans doute, mais depuis quel minimum et pour combien? Celle qui continue après la maturation, en particulier dans les pays méridionaux, ne peut avoir qu'une valeur minime pour la plante. Cependant le procédé en question met ces données dans un des bassins de la balance. Il fait comparer des choses qui ne sont pas comparables et donne de l'importance à des quantités qui en ont très-peu. C'est déjà beaucoup, c'est même trop, d'englober dans les sommes depuis l'évolution des bourgeons jusqu'à la maturation, des températures trop faibles ou trop élevées pour être bien utiles. Prendre ensuite le rapport entre ces sommes déjà médiocrement satisfaisantes et une somme totale qui signifie beaucoup moins, c'est entrer plus avant dans un système qui s'éloigne de la réalité des faits.

Il y a des causes très-évidentes qui donnent aux som-

mes de température prise à l'ombre un sens particulier, et qui conduisent à modifier ces sommes pour approcher davantage d'une bonne appréciation des phénomènes. Ce sont, par exemple, l'effet calorifique des rayons directs du soleil, par conséquent la hauteur du soleil, la durée des jours et la clarté du ciel; ensuite la sécheresse et l'humidité qui se lient plus ou moins à la condition précédente. Cherchons d'abord à scruter ces causes d'influence. N'oublions pas non plus que la même température doit produire des effets différents sur un organe selon l'état physiologique où il se trouve, et que, par exemple, à la suite d'un repos complet en hiver, un bourgeon se développe plus vite. Après cela, nous pourrons peut-être estimer vaguement des causes moins certaines, moins actives, telles qu'une faculté d'adaptation des espèces aux climats.

La méthode statistique va nous conduire à une troisième loi, modifiant les deux premières d'une façon fort heureuse. Elle peut être exprimée ainsi :

Troisième loi. — *La chaleur ajoutée par l'insolation et l'avantage accessoire donné dans certaines contrées par une dose convenable d'humidité, expliquent en grande partie la diminution des sommes de température à l'ombre trouvées pour chaque espèce en avançant de l'ouest à l'est et du midi au nord.* En d'autres termes : *Si l'on pouvait calculer exactement ces influences et les ajouter aux sommes de température à l'ombre, les sommes totales ainsi obtenues seraient plus près d'être égales dans toute l'Europe, pour la même fonction d'une même espèce.*

Dans le midi, pour Pessan, Parme et Venise (tableau III), l'influence de l'insolation est plus dégagée des autres causes. En effet, l'humidité ne doit pas être assez continue dans la station la plus occidentale (Pessan, près d'Auch), pour produire des effets nuisibles. On peut en juger par Toulouse et Espalais, localités voisines, où de bonnes observations ont été faites pendant 11 ans et 7 ans[1]. La pluie y est à peu près comme en Belgique, dans chacun des mois de mars à août, mais il y a 4 à 6 jours de pluie de moins chaque mois, et la chaleur fait évaporer cette pluie davantage, ce qui détermine de meilleures conditions de végétation. A Venise, le nombre de jours de pluie dans la saison de la végétation est sensiblement moindre que dans le sud-ouest de la France, comme on peut le voir par les chiffres suivants :

	Toulouse[2].	Venise[3].
	Jours.	Jours.
Mars	9,2	5,6
Avril	9,0	6,5
Mai	9,0	7,3
Juin	9,9	8,7
Juillet	7,6	4,9
Août	6,5	5,4
Septembre	7,6	7,0
Octobre	10,8	8,9

Quant à Parme, le nombre des jours de pluie par mois n'est pas connu, mais la quantité de pluie y est moins grande qu'à Venise, et en particulier dans les mois d'été elle y est de moitié moindre[4]. Il est donc certain

[1] De Gasparin, *Cours d'agric.*, vol. 2.

[2] *Id.*, p. 293.

[3] Schouw, *Tableau du climat de l'Italie*, p. 225.

[4] Schouw, *Tableau du climat de l'Italie*, p. 205, 223.

que l'insolation est plus forte à Parme qu'à Venise, et à Venise qu'à Pessan. C'est aussi dans cet ordre que les sommes de température à l'ombre diminuent. L'insolation paraît donc ajouter un complément à la température mesurée à l'ombre: mais nous verrons tout à l'heure une autre cause (le repos hivernal) qui influe dans le même sens.

Parlons maintenant de la décroissance des sommes de l'ouest à l'est, sous les mêmes degrés de latitude, dans l'Europe moyenne. La loi est très-régulière, d'après les mêmes documents, et elle me paraît facile à expliquer. On sait en effet que la quantité de pluie et le nombre des jours de pluie, pendant la saison de la végétation, diminuent assez uniformément, à mesure qu'on s'éloigne des côtes occidentales[1]. La transparence de l'atmosphère a été moins bien constatée, surtout sous le rapport de la transmission du calorique indépendamment de la présence ou absence des nuages, et il faudrait de longues séries d'années d'observations pour qu'il fût possible de comparer, mois par mois, sous ce rapport, différentes localités[2]. On peut admettre provisoirement comme proba-

[1] Voir de Gasparin, *Cours d'agric.*, vol. 2 (éd. 2, 1852), p. 274-297; Linsser, 2[me] mém., p. 9; les ouvrages de Kæmtz, Dove, sur la météorologie, et l'atlas de Berghaus, etc.

[2] D'après les moyennes de *jours éclairés par le soleil* qu'on avait en 1852 pour quelques localités, M. de Gasparin (2, p. 223) remarque pour les trois mois d'été, à

	Jours.		Jours.
Copenhague	31,9	Moscou	56,8
Pétersbourg	32,0		
Hambourg	20,0	Berlin	46,6
Middelbourg	20,9	Sagan	33,8
La Rochelle	34,3	Prague	35,7

ble que la transparence de l'air augmente à mesure que la fréquence des pluies diminue. Il résulte de cet ensemble que les sommes de température mesurées à l'ombre devraient être augmentées d'une quantité d'autant plus grande pour les effets calorifiques du soleil sur les végétaux qu'on avance plus vers l'est, au moins dans les plaines.

En comparant, sur notre tableau I, les sommes de température à l'ombre pour des localités de Belgique, d'Allemagne et de Russie, sous les mêmes degrés de latitude, nous voyons une différence tellement considérable qu'il est difficile de l'attribuer uniquement à l'action directe du soleil. Il serait bien extraordinaire que l'insolation à Vienne, relativement à Bruxelles, fît au moment de la maturation un effet total de 400° à 1500°, de telle sorte que pour les *Rhamnus Frangula* et *Fagus*, l'insolation, à Vienne, fût équivalente à la température observée à l'ombre dans cette même localité. D'autres causes concourent à produire cette différence. Ainsi, dans l'ouest, l'humidité est souvent plus grande qu'il ne faudrait pour la floraison et la maturation. Elle développe longtemps les feuilles, ce qui retarde les autres phénomènes, et exige, pour ce qui les concerne, une somme finale de température plus forte que dans les pays orientaux. La sécheresse de ceux-ci est favorable, au contraire, à la floraison et à la maturation, qui peuvent s'achever avec moins de chaleur, même indépendamment de l'augmentation de la chaleur directe du soleil. Les maxima plus élevés des climats orientaux favorisent aussi certaines fonctions. Enfin, le repos absolu pendant l'hiver rigoureux des contrées orientales est une cause d'activité des bourgeons au printemps. Ceci résulte clairement d'expériences faites

par M. Krasan[1], qui concordent d'ailleurs avec l'opinion des horticulteurs et avec mes observations récentes sur des bourgeons de branches des mêmes espèces, tirées de Genève et de Montpellier, et soumises chez moi à une même température[2].

Les données physiologiques et climatériques concourent toutes dans le même sens. Elles expliquent bien pourquoi les sommes de température à l'ombre observées dans l'Europe orientale sont insuffisantes, pour la même espèce, dans l'Europe occidentale, sous la même latitude. Malheureusement il est impossible de calculer l'action propre de chacune de ces causes. L'insolation paraît la plus importante. C'est tout ce qu'il est permis de dire sur ce point.

La diminution fréquente des sommes du midi au nord, entre 43° et 60° de latitude, en Europe, est plus difficile à expliquer.

Nous avons vu que dans l'Europe orientale cette diminution n'est pas régulière (tableau IV B); mais l'irrégularité elle-même, dans ce cas, nous conduit à une réflexion intéressante. Ce sont communément les localités les plus humides ou nuageuses dans la saison de la végétation, qui offrent des sommes supérieures à celles de localités relativement méridionales, contrairement à ce qu'on aurait supposé d'après la majorité des cas.

Ainsi Moscou a presque toujours des sommes supé-

[1] Des rameaux de *Saules*, *d'Evonymus et Prunus Padus* coupés et plongeant dans l'eau, n'ont pas poussé au mois d'octobre ni de novembre, mais seulement lorsqu'on les coupait plus tard, en hiver, après la gelée, et qu'on les soumettait à la température de la chambre. (Sitzungsber. Akad., Wien. April 1873.)

[2] Comptes rendus de l'Académie des sciences du 7 juin 1875.

rieures à celles de Vienne, pour la maturation, c'est-à-dire pour l'ensemble de la vie active d'une année. Or, voici les conditions dans les mois les plus importants :

	TEMPÉRATURE		JOURS DE PLUIE	
	Vienne.	Moscou.	Vienne.	Moscou.
Avril	11°,02	3°,0	13,2	11,8
Mai	16,75	11,9	13,0	11,5
Juin	19,71	16,7	13,7	11,7
Juillet	21,52	19,5	14,3	11,9
Août	21,09	18,5	12,2	14,1

Entre Vienne et Prague, les sommes sont toujours plus fortes à Vienne. Voici les conditions de climat :

	TEMPÉRATURE		JOURS DE PLUIE	
	Vienne.	Prague.	Vienne.	Prague.
Avril	11°,02	9°,44	13,2	11,8
Mai	16,75	15,09	13,0	10,9
Juin	19,71	18,36	13,7	10,2
Juillet	21,52	20,00	14,3	14,1
Août	21,09	19,91	12,2	13,2

Dans ces deux exemples, comme dans celui de Parme et Venise, c'est toujours dans la localité la plus claire, la plus sèche, pendant la saison de la végétation que les sommes de température à l'ombre se trouvent être les plus faibles, et cela indépendamment du degré de latitude. N'est-il pas naturel de penser que l'insolation, dans ces trois cas, vient compléter la chaleur qui semble faire défaut dans les stations où les sommes sont le plus faibles? Il faut cependant ajouter que dans le nord, et surtout dans les localités à ciel clair, le froid rigoureux de la mauvaise saison arrête complétement la végétation extérieure de la plante et dispose mieux les bourgeons à se

développer au printemps. La précocité des feuilles conduit alors à celle des fleurs et des fruits, sous une température donnée.

Voyons pour les localités occidentales (tableau IV A).

Bruxelles a toujours des sommes plus fortes que Pétersbourg, et il y a, entre ces villes situées à peu près à égale distance de la mer, une différence de 9 ½ degrés de latitude. Voici les conditions de leurs climats[1] :

	Température.		Jours de pluie.		Quantité de pluie en lignes de Paris.	
	Bruxelles.	Pétersbourg.	Bruxelles.	Pétersbourg.	Bruxelles.	Pétersb.
Mars	5°,16	°	16,9		23,5	
Avril	9,27	1,88	13,6	11,3	23,1	8,2
Mai	13,36	8,75	13,2	13,6	22,8	14,1
Juin	17,08	14,50	12,8	14,3	28,0	19,1
Juillet	18,19	17,00	13,5	14,1	30,1	32,2
Août	18,14	16,00	12,7	13,2	35,4	25,8
Septembre	14,88	10,75	13,0	14,2	27,2	19,5

Ainsi, à Pétersbourg, la température dans la saison essentielle est moins élevée, mais il y a moins d'humidité.

Comme la chaleur fait évaporer l'eau surabondante, on peut estimer que pour l'humidité les deux climats se ressemblent beaucoup. M. de Gasparin (2, p. 223) indique à Bruxelles, en été, 37,4 jours éclairés par le soleil, et à Pétersbourg 32,0. Il ne dit pas sur combien d'années ce calcul est fondé, et je crains que ce ne soit sur un nombre trop petit, car ailleurs (p. 275) il mentionne seulement six années d'observations sur la pluie à Bruxelles.

La comparaison d'Ostende et Abo, localités plus maritimes, mais d'ailleurs analogues à Bruxelles et Péters-

[1] D'après Linsser, pour les températures et la quantité de pluie, et de Gasparin pour les jours de pluie.

bourg, m'a laissé dans la même incertitude sur le degré relatif d'humidité. Je n'en citerai pas le détail, parce que les données sont moins complètes. Les sommes, d'après le tableau IV A, sont toujours plus élevées à Ostende.

On pourrait comparer Pessan (43° 38′ lat.), dans le sud-ouest de la France, avec Stavelot en Belgique, à une distance analogue de la mer et une hauteur à peu près semblable. Les sommes du tableau sont toujours plus fortes à Stavelot. Comme on n'a pas les jours et la quantité de pluie à Pessan, j'ai pris les données de Dax et Bordeaux, localités voisines, et, pour Stavelot, les jours de pluie à Bruxelles[1]. Ce n'est pas exact, mais les différences de pluie sont trop évidentes entre le midi et le nord pour qu'on puisse repousser une conclusion fondée sur ces documents.

	Température.		Jours de pluie.		Quantité de pluie.	
	Pessan.	Stavelot.	Dax.	Bruxelles.	Bordeaux.	Stavelot.
	°	°			mm.	mm.
Mars	9,06		8	16,9	38,6	
Avril	12,68	8,21	14	13,6	46,9	84,5
Mai	18,14	11,96	12	13,2	55,2	78,0
Juin	21,72	16,05	10	12,8	67,2	82,2
Juillet	24,41	17,27	8	13,5	47,8	80,5
Août	22,66	17,08	10	12,7	43,6	89,1
Septembre	19,78	13,42	11	13,0	41,3	80,3
Octobre	14,94	9,46	12	14,8	64,2	76,3

Évidemment, dans le sud-ouest de la France, il y a moins de jours de pluie et moins de pluie pendant la saison de la végétation qu'en Belgique; en outre, la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon y est plus grande, par con-

[1] Pour la température, Linsser, 1er et 2me mémoires; pour les jours de pluie, de Gasparin; pour la quantité de pluie à Bordeaux de Gasparin, et à Stavelot; Linsser, 2me mémoire, p. 14.

séquent l'action totale du soleil y est plus forte pendant les heures où elle se fait sentir. D'après cela, des quantités moins considérables de chaleur mesurée à l'ombre devraient, à ce qu'il semble, suffire dans le sud-ouest. D'un autre côté, les heures de jour pendant la saison d'été sont plus prolongées en Belgique, à cause de la latitude. Il y a environ deux heures de différence au moment du maximum (21 juin). L'obliquité plus grande des rayons du soleil compense à peu près l'allongement relatif des jours, mais en même temps l'époque principale de végétation est plus retardée en Belgique, c'est-à-dire plus sous l'empire des longs jours du mois de juin. On peut voir par les dates de la floraison, dans le tableau IV A, qu'il y a presque un mois de différence à cet égard, et que le mois de mai étant le principal à Pessan, c'est celui de juin à Stavelot. Or, en juin, les jours dans la localité de Belgique dépassent de plus de deux heures ceux de mai dans le sud-ouest de la France. De là une insolation réellement plus grande pendant l'époque principale de la végétation, malgré l'obliquité des rayons.

Cette comparaison entre Pessan et la Belgique ne me paraît pas suffisante, à cause de l'absence de données sur la pluie dans les deux localités elles-mêmes. Comme elles sont à l'est de Bordeaux et de Bruxelles, et à quelque hauteur au-dessus de la mer, on peut craindre que les chiffres concernant ces deux villes ne soient pas de bonnes indications pour elles. Afin d'obvier au moyen de localités mieux connues et dont le choix présente d'ailleurs d'autres avantages, je mettrai en opposition Venise et Saint-Pétersbourg, l'une sous 45°,26′ de latitude, l'autre sous 60°,0′. Venise a une position plus occidentale et un climat assez maritime, malgré son éloignement des

côtes occidentales d'Europe. Pétersbourg est plus rapproché de celles-ci, mais son climat participe un peu des conditions orientales, soit à cause du degré de longitude, soit parce que la mer Baltique est abritée des vents d'ouest par la péninsule scandinave.

V. **Comparaison de Venise** (lat. 45°,26; — long. E. 10°,0′) **et St-Pétersbourg** (lat. 60°,0; — long. E. 30,°0′).

Espèces et localités.	FEUILLAISON			FLORAISON			MATURATION		
	Années d'obs.	Dates.	Sommes.	Années d'obs.	Dates.	Sommes.	Années d'obs.	Dates.	Sommes.
Syringa vulgaris									
Venise.	15	5 avril.	410	15	28 avril.	707			
Pétersbourg.	6	18 mai.	185	12	12 juin.	453			
Philadelphus coronarius.									
Venise.	17	10 avril.	467	17	13 mai.	950			
Pétersbourg.	6	23 mai.	235	11	4 juillet	820			
Sambucus nigra.									
Venise.	8	8 mars.	172	17	20 mai.	1075	15	21 juillet	2430
Pétersbourg.	6	17 mai.	176	11	9 juillet	904			
Riga.	5	5 mai.	154	4	12 juin.	606	4	9 sept.	2098
Berberis vulgaris.									
Venise.	16	25 mars.	301	16	26 avril.	678	14	26 août.	3258
Pétersbourg.	6	24 mai.	245	13	17 juin.	552	4	19 sept.	1989
Viburnum Opulus.									
Venise.	16	11 avril.	479	17	19 mai.	1057	17	1er nov.	1351
Pétersbourg.	7	21 mai.	214	11	25 juin.	674	4	17 sept.	1968

Évidemment, les sommes sont plus fortes à Venise qu'à Saint-Pétersbourg. Voici les conditions de climat[1] :

[1] Pour les températures, Linsser; pour les jours de pluie, de Gasparin; pour la quantité de pluie à Venise, Schouw (*Climat de l'Italie*), et à Pétersbourg, de Gasparin. A Venise les moyennes sont fondées sur une durée insuffisante : sept ans.

	Température.		Jours de pluie.		Quantité de pluie.	
	Venise.	Pétersbourg.	Venise.	Pétersbourg.	Venise.	Pétersbourg.
	°	°			mm.	mm.
Mars	7,70		5,2		36,3	
Avril	12,90	1,88	7,3	11,3	77,0	25,9
Mai	17,80	8,75	9,3	13,6	112,0	25,3
Juin	21,60	14,50	8,8	14,3	74,9	43,6
Juillet	24,30	17,00	6,6	14,1	73,5	72,7
Août	22,00	16,00	5,7	13,2	67,1	60,3
Septembre	18,80	10,75	6,5	14,2	87,3	53,6
Octobre	13,80		9,0		56,0	

Le nombre des jours de pluie est bien plus faible à Venise, et si la quantité de pluie, dans quelques mois, y est plus grande, la chaleur la fait évaporer rapidement. M. de Gasparin *(Cours d'agric.*, 2me éd., 2, p. 222) indique à Padoue près Venise, pour l'été 57.3 jours *éclairés par le soleil,* et à Pétersbourg 32,0, ce qui confirme la donnée sur les jours de pluie. L'action directe du soleil est donc plus forte à Venise dans chacun des mois essentiels à connaître (ce qui se passe à Saint-Pétersbourg au mois de mars est indifférent, puisque la végétation n'y est pas même commencée). D'après cela, les rayons solaires ajoutent à Venise plus qu'à Saint-Pétersbourg aux sommes de température observées à l'ombre, qui sont déjà plus fortes à Venise. Il reste à examiner la longueur des jours.

Linsser (2me mém., p. 43) indique, pour le milieu de chaque mois, la longueur du jour et l'obliquité du soleil à Venise et à Saint-Pétersbourg. Selon lui, l'obliquité dans cette dernière ville peut être considérée comme compensant la durée. Je ne conteste pas, mais il est nécessaire pourtant de remarquer la grande différence des époques de végétation. Il y a un mois, et quelquefois plus de différence au printemps ; par conséquent, il faut comparer

la longueur des jours en avril à Venise avec celle de mai à Pétersbourg, celle de mai à Venise avec celle de juin à Pétersbourg, etc. Voici ce qui résulte de la comparaison ainsi faite des jours, d'après les chiffres sans doute très-exacts de Linsser. J'indique seulement les mois de la végétation :

	Venise			Pétersbourg	
Dates.	Longueur du jour.	Hauteur du soleil.	Dates.	Longueur du jour.	Hauteur du soleil.
	h	°			
16 mars	11,2	11,8′		h	°
15 avril	13,5	54,3	16 mai	17,2	49,1
16 mai	14,8	63,6	15 juin	18,8	53,4
15 juin	15,6	67,8	16 juillet	18,1	51,5
16 juillet	15,3	66,0	16 août	15,6	43,9
16 août	14,1	58.4	15 sept.	13,0	33,2
15 sept.	12,6	47,7			
16 oct.	10,9	35,8			

Comme les premiers mois de la vie végétative sont les plus importants, il paraît probable qu'à Pétersbourg trois ou quatre heures de plus de jour, malgré l'obliquité des rayons, doit activer la végétation plus qu'à Venise et compenser le défaut de chaleur observée à l'ombre, d'autant plus que le crépuscule se prolonge beaucoup dans le nord.

L'accroissement des longs jours est rapide surtout à partir du 60me degré de latitude. On sait, en effet, que, sous 67°,50′, le plus long jour est d'un mois, tandis que sous 54°,20′ il est de 17 heures. Il y aurait donc de l'avantage à comparer Venise avec Moscou (55°,45′), plutôt qu'avec Pétersbourg. Malheureusement le nombre des époques de végétation observées sur les mêmes espèces qu'à Venise, et pour un temps suffisant (4 ans) y est

de trois seulement, et encore sur les trois il y a deux espèces cultivées. Je les indiquerai pour montrer que les sommes sont en général plus fortes à Venise, du moins quant à la floraison.

VI. Comparaison de Venise et Moscou

Espèces et localités.	FLORAISON		
	Années d'observ.	Dates.	Sommes.
Syringa vulgaris.			
Venise.	15	28 avril.	707
Moscou.	5	2 juin.	459
Philadelphus coronarius.			
Venise.	17	13 mai.	950
Moscou.	5	1er juillet.	959
Viburnum Opulus.			
Venise.	17	19 mai.	1057
Moscou.	6	19 juin.	738

Les deux climats diffèrent beaucoup sous le rapport de la chaleur, mais moins sous celui de l'humidité [1] :

	Température.		Jours de pluie.		Quantité de pluie.	
	Venise.	Moscou.	Venise.	Moscou.	Venise.	Moscou.
	o				mm.	
Mars	7,70	o	5,2		36,3	mm.
Avril	12,90	3,00	7,3	11,8	77,0	50,1
Mai	17,80	11,88	9,3	11,5	112,0	69,9
Juin	21,60	16,75	8,8	11,7	74,9	65,0
Juillet	24,30	19,50	6,6	11,9	73,5	93,6
Août	22,00	18,50	5,7	14,1	67,1	59,1
Septembre	18,80	12,12	6,5	10,9	87,3	57,0
Octobre	13,80		9,0		56,0	

[1] Pour la température, Linsser; pour les jours de pluie, de Gasparin; pour la quantité à Venise, les 7 ans indiqués par Schouw, et à Moscou, Linsser, moyenne de 8 ans.

Il y a plus de jours de pluie à Moscou, mais des pluies moins abondantes. L'évaporation diminue l'inconvénient des fortes pluies dans la station méridionale. Dans le tableau de Gasparin du nombre des jours éclairés par le soleil, Venise n'est pas mentionnée, mais bien la localité voisine de Padoue, 57,3 jours, et Moscou 56,8.

En résumé, les deux climats paraissent assez semblables pour la clarté du ciel et le degré d'humidité pendant les époques principales de végétation, et les sommes sont plus fortes à Venise, il est vrai, d'après des documents incomplets.

En définitive, il paraît que les sommes de température sont plus élevées dans les stations les plus méridionales, toutes choses d'ailleurs égales ou à peu près. Je le crois vrai, surtout en raison des localités moins boréales que Pétersbourg, dans lesquelles l'effet des jours excessivement prolongés n'intervient pas, et des localités méridionales, dans lesquelles l'insolation doit ajouter beaucoup à l'effet de la température mesurée à l'ombre à cause de la hauteur du soleil.

D'où peut provenir cette différence ?

Trois explications s'offrent naturellement à l'esprit, et il est à remarquer qu'elles ne s'excluent pas les unes les autres.

1° Il est possible, je dirai même probable, que dans le midi la chaleur se trouve par moments trop forte pour la phase de végétation d'une espèce. Nous savons qu'il y a une étendue de température parfaite pour chaque fonction végétative, au delà de laquelle la chaleur profite moins. Cette circonstance doit arriver plus souvent dans le midi que dans le nord. Une partie de la température censée utile et comprise dans les sommes y devient inutile. Au

nord, il est vrai, certaines températures basses (entre 0 et + 4° ou + 5°, + 6°) peuvent aussi être inutiles dans tels moments, pour telle espèce, mais cela influe moins sur les sommes, car dix jours sous 25° font 250 dans une somme, tandis que dix jours sous 5° ne font que 50.

On voit par là combien il serait important de suivre les phases de végétation avec celles de la température pour chaque espèce et chaque localité. M. Hermann Hoffmann l'a fait à Giessen pour une année, mais il en faudrait un bien plus grand nombre, et après des observations prolongées dans plusieurs localités il faudrait faire un travail considérable de moyennes et de comparaisons. La science ne marche pas dans ce sens. Les expériences de laboratoire sont plus faciles et plus à la mode. Elles tentent plus que des observations minutieuses et comparatives pendant de longues séries d'années, qui ajournent par trop la réputation d'un auteur[1].

La seconde cause pouvant servir à expliquer les faits est le manque d'un repos suffisant des bourgeons et du bois adjacent en hiver dans les pays méridionaux, de même que dans les parties occidentales de l'Europe, relativement aux orientales. Une moindre chaleur suffit aux bourgeons quand le repos hivernal a été complet, et les fonctions suivantes profitent de la précocité des feuilles.

La troisième cause est, peut-être, une modification des espèces quant aux effets de la température, lorsqu'elles sont

[1] Les observations sur les époques de végétation devraient se faire par des employés, dans les jardins botaniques. Si l'on y avait pensé depuis la date d'introduction de plusieurs espèces, on aurait constaté probablement des changements dans les époques, ce qui serait fort intéressant.

soumises à un climat plus froid ou plus chaud, en d'autres termes une adaptation aux conditions de température, soit acclimatation. Linsser admettait en plein cette hypothèse, par suite de calculs et de formules déduites des époques de végétation de la même plante en divers pays, et de quelques raisonnements théoriques. Je ne veux pas nier une certaine adaptation aux conditions extérieures, par suite d'une longue sélection. C'est un phénomène démontré dans certains cas, nécessaire à admettre pour beaucoup de faits géologiques, mais qui suppose un temps très-long, du moins pour les espèces non cultivées. Ce ne sont pas des calculs, mais de bonnes observations qui peuvent conduire à quelque résultat sur une question aussi délicate[1]. Les naturalistes, en effet, se laissent peu convaincre par des raisonnements mathématiques. La plupart sont aussi incapables que moi d'en faire usage. C'est un tort, mais nous avons des objections fondées à faire valoir. Les mathématiciens se préoccupent trop de développer ce qui peut arriver en partant de certaines données, et pas assez de la réalité de ces données en elles-mêmes et de leurs complications. C'est le grand sujet d'opposition entre les physiciens expérimentateurs et calculateurs. Les données sont cependant simples dans les faits de physique, tandis qu'elles sont

[1] J'entends des observations sur des semis de graines de la même espèce recueillies au nord et au midi, comme j'en ai fait une fois (*Archiv. sc. phys. et natur.*, juin 1872, t. XLIV, p. 105), non sans rencontrer de grandes difficultés dans le choix des espèces. Mes expériences sur l'effet différent d'une même température sur des rameaux d'une même espèce venant de deux localités différentes, l'une au nord de l'autre (Compt. rend., 7 juin 1875), prouvent seulement une influence du climat sur des individus. Cela devient probablement, à la longue, une différence de race, mais il faudrait des comparaisons de plusieurs générations pour l'établir.

infiniment variées dans les faits physiologiques. De là une difficulté bien plus grande et plus démontrée des méthodes de calcul dans le domaine des sciences naturelles.

Pour terminer, je résumerai de la manière suivante ce qui concerne les sommes de température dans l'état actuel des connaissances.

1. Comme je le pensais en 1855, les sommes de température au-dessus de 0° n'expriment jamais exactement la chaleur utilisée pour une espèce, soit pour une fonction, soit pour l'ensemble de la végétation de l'année. Elles ne peuvent donner que des indications ou mesures approximatives, d'une valeur inégale.

2. Les sommes sont moins éloignées de la vérité des faits physiologiques lorsque, 1° on peut les calculer au-dessus d'un minimum constaté pour la fonction dont il s'agit, ou d'une fonction initiale, la germination ou la feuillaison, lorsqu'il s'agit de l'ensemble de la vie d'une espèce dans une année : 2° lorsqu'on connaît la chaleur ajoutée par les rayons directs du soleil à celle observée à l'ombre. Malheureusement, cette dernière condition dépend de causes extrêmement nombreuses : la nature du tissu de l'espèce, la hauteur du soleil, l'état et l'épaisseur de l'atmosphère, et dans le nord l'allongement extraordinaire des jours pendant l'été. Il résulte de là que même des observations thermométriques sur des corps exposés au soleil n'en donnent pas une mesure exacte, ni surtout une mesure comparable d'un endroit à l'autre.

3. Dans la partie septentrionale de l'habitation d'une espèce, il est probable que les sommes comprennent sou-

vent des températures trop basses, lesquelles, sans être au-dessous du minimum de végétation, produisent cependant peu d'effet dans un nombre donné de jours. Inversément, dans la partie méridionale, les sommes comprennent probablement des températures trop élevées pour les besoins de l'espèce à chaque fonction végétative, sans même atteindre le maximum qui arrêterait la vie végétale, car ce maximum est rare à la surface de la terre et ne se présente pas dans des pays tempérés comme l'Europe. La cause d'erreur propre à la partie septentrionale de l'habitation d'une espèce produit des quantités assez faibles dans une somme totale, mais celle de la région méridionale, au contraire, amène une exagération assez forte. D'après cela, il faut éviter de comparer les sommes de la même espèce sous des degrés de latitude un peu éloignés. Elles représentent des aliquotes différentes de la chaleur vraiment utilisée.

4. Trop d'humidité ou trop de sécheresse pendant certaines périodes de la végétation d'une espèce diminuent les avantages que la température peut lui présenter. et dans ce cas il faut une somme totale plus forte pour qu'elle achève ses fonctions annuelles. Un état incomplet de repos des organes extérieurs en hiver est aussi une cause de retard, de même qu'une basse température du sol. Ce sont des causes accessoires qui donnent souvent un avantage aux stations les plus septentrionales ou les plus orientales, surtout au printemps, pour l'évolution des bourgeons, et desquelles il résulte que les sommes de température à l'ombre y sont plus faibles au moment où une fonction végétative s'achève.

5. La comparaison des sommes de température au-

dessus de 0° jusqu'à l'époque de la maturation peut, malgré toutes les objections théoriques et les causes d'erreur, être avantageuse pour indiquer les conditions de l'existence d'une espèce dans le voisinage de sa limite septentrionale. Il est seulement essentiel, dans ce genre de comparaisons, de tenir compte des différences d'insolation qui sont très-considérables, en Europe par exemple, lorsqu'on envisage des localités à l'orient les unes des autres, sous des latitudes à peu près semblables.

6. Les sommes de température au-dessus de + 2°, + 3°, etc., jusqu'à + 5° ou 6°, doivent ordinairement, dans les pays tempérés, concorder mieux que celles au-dessus de 0° avec les faits de végétation, attendu que la plupart des espèces ne commencent à se développer, et surtout à se développer activement que sous certaines températures entre 2 et 6°.

7. Les sommes de température observées au sujet d'une espèce cultivée ou d'une de ses variétés peuvent aussi être utiles en agriculture. On a l'avantage, dans ce cas, de connaître souvent le minimum de végétation de la plante et les degrés sous lesquels elle prospère, mais d'un autre côté les modifications nombreuses des variétés et leur flexibilité sous les influences extérieures, ainsi que les procédés de culture, diminuent l'importance des conclusions que l'on peut tirer de la méthode.

8. Les variations dans les sommes de température suivent en Europe les mêmes lois lorsqu'on étudie les époques de feuillaison, floraison ou maturation et les limites polaires des espèces, pourvu que ce ne soit pas dans une étendue de limite où la chaleur cesse d'être la cause pré-

pondérante, c'est-à-dire où l'espèce serait arrêtée par les minima de l'hiver ou par la sécheresse de l'été.

9. Les physiciens et géographes rendraient service aux naturalistes, aux agriculteurs et à toutes les personnes qui désirent comparer des climats, s'ils prenaient l'habitude de calculer les sommes de température au-dessus de 0° et de chacun des degrés subséquents, pour chaque mois et pour l'année totale, ce qui est facile en prenant les degrés au-dessous de 0 pour nuls dans les moyennes mensuelles et annuelles, au lieu de les retrancher.

LE

PAYSAGE MORAINIQUE

SON ORIGINE GLACIAIRE

ET

SES RAPPORTS AVEC LES FORMATIONS PLIOCÈNES D'ITALIE

PAR

E. DESOR[1]

Parmi les problèmes dont la géologie cherche la solution, ceux qui ont trait aux phénomènes glaciaires et à l'époque quaternaire sont au nombre de ceux qui, maintenant, captivent le plus, non-seulement les géologues, mais encore le public scientifique en général. De tous côtés les explorateurs sont à l'œuvre. Il est à peine une Revue ou un Bulletin scientifique qui ne rende compte de quelques nouvelles découvertes, de quelques associations inattendues dans les dépôts les plus récents. L'intérêt est encore tout particulièrement excité par la lumière que jettent ces recherches sur l'histoire des premières apparitions de l'homme sur la terre. Au milieu de cette accumulation de matériaux, il est bon qu'une main autorisée essaie de temps en temps de retracer la série des événements qui sont attestés par ces amas de débris et, si pos-

[1] Paris, Sandoz et Fischbacher ; Reinwald et Ce. Neuchâtel, Librairie générale Jules Sandoz, 1875.

sible d'en établir l'enchaînement. C'est ce que M. Desor a tenté de faire dans l'ouvrage important que nous nous proposons d'analyser brièvement. Inutile de dire que personne n'était mieux qualifié que lui pour entreprendre ce travail.

La première partie du livre de M. Desor comprend la description de cet ensemble de dépôts meubles, dus à l'action glaciaire, qui s'étalent au pied des Alpes sur les deux versants de la chaîne, où ils se caractérisent par des formes et une physionomie particulières, qui en font un type spécial au point de vue pittoresque. C'est là que se trouvent des sites qui prennent rang parmi les plus privilégiés sous le rapport de la beauté et de la fertilité. Le paysage morainique, que l'on ne méconnaît plus, une fois qu'on l'a bien saisi, peut être étudié et admiré surtout au pied méridional des Alpes sur une zone parfois fort large, de 5 à 20 kilomètres, toujours gracieusement accidentée et présentant à chaque pas des aspects différents dont le charme est encore rehaussé par la présence d'une quantité de lacs et d'étangs, tels que ceux de Varese, d'Alserio, de Pusiano, d'Anone. Toutes ces buttes et ces collines allongées qui dessinent ce paysage sont des anciennes moraines, telles que les ont déposées les antiques glaciers du Tessin et de l'Adige, alors qu'ils venaient déboucher au bord de ce grand bassin qui est aujourd'hui la Lombardie.

Les mêmes phénomènes se montrent tout aussi distincts sur le versant nord des Alpes. Les environs de Thoune méritent sous ce rapport une mention spéciale. Le champ de manœuvres de l'Allmend est borné à l'ouest par un plateau qui, vu à distance, a l'apparence d'une grande terrasse adossée aux flancs du Stockhorn, mais qui, en réalité, n'est composée que de buttes isolées ou de collines

alignées, séparées les unes des autres, tantôt par de petits lacs, tantôt par des étangs ou des marais. Cette configuration est tellement frappante et caractéristique que la même carte dressée pour les manœuvres militaires a pu servir de carte morainique.

Cette structure accidentée est le produit de l'action glaciaire. Ces collines d'égale hauteur sont autant de moraines que l'ancien glacier de l'Aar a jadis entassées sur ce point et qui, lorsque les glaces ont dû se retirer, sont demeurées en place en conservant plus ou moins, sous leur couverture de verdure, leur forme et leur relief primitif.

Afin d'en mieux fournir la démonstration, M. Desor a ajouté à son ouvrage une autre carte, à grande échelle, du glacier supérieur de Grindelwald qui fut dressée par Dollfuss-Ausset et qui reproduit en petit une configuration analogue.

Le même relief morainique a été constaté sur plusieurs autres points de la Suisse, ainsi à Muri près Berne, sur le plateau de Zimmerwald, sur nombre de points du canton d'Argovie, où ils ont été étudiés et décrits par M. Muehlberg, le long du chemin de fer de Zurich à Zoug où ils donnent lieu à de nombreux petits bassins tourbeux, au nord de Vevey, aux environs de Nyon. Ce qui mérite surtout d'être signalé c'est que plusieurs des lacs de la plaine suisse, tels que ceux de Sempach, de Hallwyl et de Baldegg, doivent leur existence, ou du moins leur surface actuelle, à des moraines transversales. Des phénomènes semblables se produisent dans les Vosges, où ils ont été signalés d'abord par M. Ed. Collomb, dont nous venons d'apprendre la mort récente, par Dollfuss-Ausset et par Hogard.

Dans le Jura même on reconnaît des dépôts morainiques; M. Desor en cite des exemples, non-seulement au bord du lac de Neuchâtel, mais encore dans les vallées extérieures de la chaîne, entre autres dans la vallée des Ponts (canton de Neuchâtel). Il aurait pu ajouter aussi la vallée de Vallorbes, car il est constaté aujourd'hui que les blocs erratiques, avec leur cortége de graviers et de cailloux, ont pénétré jusqu'à Pontarlier et au delà, en passant par la gorge de Jougne.

Les géologues allemands ne s'étaient pas jusqu'ici montrés très-favorables à la théorie glaciaire. Cependant MM. Escher de la Linth et Desor, en visitant, il y a quelques années, la localité de Schussenried, où l'on avait découvert un gisement d'antiquités préhistoriques avec les traces de l'industrie humaine, purent s'assurer que ce gisement correspondait à une cavité ou à une dépression de la moraine frontale de l'ancien glacier du Rhin qui avait poussé ses moraines jusqu'au delà de Ravensbourg. Plus tard, M. Desor, poursuivant ses recherches au pied des Alpes allemandes, trouva le paysage morainique non moins développé entre Lindau et Immenstadt, où se rencontrent les deux bassins hydrographiques de l'Iller et du Rhin. Il eut l'occasion de faire les mêmes observations au pied des Alpes autrichiennes, spécialement aux environs de Salzbourg. Ici encore les lacs qui prêtent un si grand charme au paysage sont en partie de véritables lacs de moraines. Le Wallensee en est un exemple frappant.

Mais il restait une lacune. Les Alpes bavaroises, non-seulement n'avaient pas fourni de preuves en faveur de l'ancienne extension des glaciers, mais on avait même formellement prétendu que les phénomènes erratiques qui s'y rencontrent étaient le produit de grands courants,

comme le voulait l'ancienne théorie de L. de Buch, et comme on l'a aussi prétendu à l'égard de la Forêt-Noire.

Or, cette lacune vient d'être comblée d'une manière on ne peut plus satisfaisante par M. Zittel. L'éminent professeur de Munich, de retour de son voyage en Suède, où il avait accompagné M. Desor et où il avait eu l'occasion d'observer les phénomènes glaciaires sur une grande échelle, se mit aussitôt en campagne pour étudier l'erratique de la Haute-Bavière. Non-seulement il constata l'action évidente des anciens glaciers, mais il y reconnut tous les traits essentiels du paysage morainique, tels qu'il les avait observés en Scandinavie. Ces découvertes inattendues, dont M. Desor nous donne un aperçu, se trouvent consignées dans les Bulletins de l'Académie de Munich pour 1874.

Voilà donc le paysage morainique dûment établi sur les deux versants des Alpes, revêtant le même aspect et trahissant la même origine glaciaire. On peut, dès lors, admettre que les anciens glaciers se sont avancés jusqu'aux limites que nous pouvons fixer aux dépôts erratiques. Du côté suisse, cette limite est formée par la chaîne du Jura qui n'a guère été franchie, excepté par quelques cols et par la coupure du Rhône. Du côté italien, il n'existe pas de barrière semblable. On passe à peu près sans transition de la zone morainique à la plaine unie de la Lombardie.

M. Desor devait nécessairement se demander ce qui avait empêché les anciens glaciers de s'avancer plus loin. Y avait-il peut-être là une mer, ou un grand bassin d'eau douce, qui aurait arrêté leur marche ? Mais cette hypothèse s'était heurtée à une objection capitale, l'absence complète de fossiles marins ou d'eau douce au milieu du

limon de la plaine lombarde. Il existe sans doute dans plusieurs localités piémontaises du pied des Alpes des coquilles marines, ainsi à Folla d'Induno, Borgo Manero et Masserano, mais elles sont censées caractériser une formation différente que l'on suppose antérieure aux dépôts erratiques, la formation subapennine ou pliocène, la même qui se trouve à Asti et à Castel-Arquato. On admettait même assez généralement que les deux formations devaient être séparées par le dernier soulèvement des Alpes, et cela paraissait d'autant plus naturel que les coquilles en question supposent un climat tempéré, tandis que les anciennes moraines étaient censées indiquer un climat glacial, qui serait survenu après le dernier soulèvement des Alpes et après le retrait de la mer.

Une découverte qui date de l'année dernière devait jeter un jour tout nouveau sur cette question. Au mois de mai 1874, M. Desor se trouvait avec M. le prof. Schimper à Milan, là il apprit, par M. le prof. Stoppani, que M. le marquis Rosales Cigalini venait de découvrir un gisement de coquilles fossiles aux environs de Bernate, près de Camerlata, dans une colline d'origine erratique. MM. Desor et Schimper se hâtèrent de s'y rendre. Ils purent recueillir en peu de temps une quantité de coquilles marines fossiles, parfaitement conservées, au milieu d'un tertre composé de matériaux dont l'origine glaciaire était incontestable. Les coquilles, déterminées par MM. d'Ancona et Ch. Mayer, ont été reconnues appartenir à la formation pliocène; elles appartiennent à 90 espèces. Voilà donc un fait dûment constaté. Mais comment expliquer cette étrange association d'une faune pliocène bien caractérisée, en plein terrain morainique, côte à côte avec des cailloux polis et striés ? Il n'y a qu'une seule explica-

tion possible. Il faut que les anciens glaciers, en débouchant des vallées des Alpes, aient rencontré, au bord de ce qui est aujourd'hui la plaine lombarde, le rivage d'un golfe, dont les coquillages se seraient ainsi trouvés mêlés aux cailloux de la moraine. Il n'est pas nécessaire d'être bien fort en géologie pour comprendre les doutes que l'énoncé d'un fait pareil doit susciter, en présence des difficultés de toute nature qu'il soulève. Aussi l'opposition n'a-t-elle pas tardé à se faire jour, avant même que l'auteur eût donné à son travail sa forme définitive. On s'est demandé si les coquilles étaient bien en place, ou si peut-être elles n'avaient pas été amenées par le glacier de quelque dépôt pliocène situé en amont. Mais il est à remarquer que les fossiles sont dans un état de conservation si parfait qu'on ne peut guère s'arrêter à cette objection. Ainsi les coquilles des Gastéropodes (Cérithes, Turritelles, Buccins, etc.) ont conservé leurs moindres stries, leurs ornements les plus délicats et parfois jusqu'à leur couleur, ce qui ne serait guère possible si elles avaient été entraînées par la moraine profonde.

On a supposé aussi que les coquilles pourraient provenir d'une couche inférieure que le glacier aurait affouillée, en sorte qu'elles auraient pu se trouver mélangées aux cailloux de la moraine, sans avoir subi de transport. Cette objection nous semble plus sérieuse; elle serait même de nature à compromettre les conclusions de M. Desor, s'il ne s'agissait que de la localité de Bernate. Mais le même phénomène se reproduit ailleurs, dans le ravin de la Breggia, près Balerna, en Tessin. Seulement, ici ce ne sont plus uniquement des coquilles qui se trouvent mêlées aux cailloux de la moraine. Il s'y trouve aussi d'autres débris, des plantes, aussi bien que des animaux,

et parmi ces derniers des oursins appartenant à un genre dont le test est des plus minces. Or, on ne concevrait pas que des fossiles aussi délicats aient pu être remués et dégagés de leur gangue, sans se briser. Puis donc, qu'on trouve au milieu de ces argiles de la gorge de la Breggia des cailloux rayés, engagés dans la même pâte, il faut bien que le glacier se soit trouvé dans le voisinage pour verser une partie de ses cailloux dans ce ravin qui était alors un fiord du golfe lombard. Les végétaux qu'on y a recueillis sont encore en petit nombre, mais d'un haut intérêt. Ce sont : un saule, très-voisin du *Salix riparia*, un châtaignier, également très-voisin du châtaignier d'Italie, et enfin le hêtre ; c'est-à-dire autant d'espèces qui attestent un climat semblable à celui de nos jours.

M. Desor entre ensuite dans une série de développements pour prouver que la présence de glaciers ne suppose pas nécessairement un climat très-rigoureux. Il cite à cette occasion l'exemple de la Nouvelle-Zélande où des fougères arborescentes croissent près de glaciers qui descendent jusqu'à 500 mètres ; de même, au Chili méridional, les glaciers atteignent la mer par 46° 40′ de latitude sud, dans le golfe de Penas et dans le Sir Georges Eyre Sound, ce qui n'a lieu, sur les côtes d'Europe, que par 67° de latitude nord.

Ces considérations devaient, à leur tour, soulever d'autres problèmes et c'est ici que nous abordons la partie la plus difficile et la plus importante du travail de M. Desor.

On peut au besoin admettre que, puisque des fougères arborescentes croissent aujourd'hui dans le voisinage des glaciers de la Nouvelle-Zélande, le climat de la Lombardie ait pu se maintenir assez doux, malgré l'extension

des glaciers, pour que les plantes de notre flore n'aient pas péri. Cela reviendrait à dire qu'à l'époque des grandes glaces le climat ne s'était pas sensiblement détérioré. Mais ce ne sont pas les seuls indices que nous possédions sur le climat de l'époque glaciaire. A côté de ces indications fournies par les plantes de la Breggia, nous en possédons d'autres qui nous conduisent à des résultats tout à fait différents. Ainsi il existe ailleurs des probabilités et même des preuves en faveur d'un climat plus rude. Citons d'abord le mammouth et le rhinocéros velu qui se trouvent en abondance, non-seulement dans le Lœss, mais aussi dans les cavernes des Troglodites, en société du renne et d'autres animaux arctiques.

Ce qui est plus significatif, c'est la présence d'une flore arctique que l'on retrouve sur nombre de points de l'Europe, dans la couche de limon qui forme la base de nos tourbières modernes, et qui indique un climat analogue à celui de la Laponie et des hautes vallées des Alpes et du Jura. Ces découvertes sont dues à un jeune Suédois, M. Nathorst; elles ont fait l'objet d'une analyse détaillée dans ce Recueil [1].

Voilà donc plusieurs climats fort distincts qui nous sont révélés dans le domaine des Alpes pendant la période erratique. Il est évident qu'ils ne peuvent être contemporains. Dès lors il y a lieu de rechercher dans quel ordre ils se sont succédé. Cette tâche s'imposait d'autant plus naturellement que c'est seulement dans ces dernières années que l'on a acquis la certitude qu'il a existé plusieurs époques glaciaires. Il y a près d'un quart de siècle que

[1] *Archives*, 1874, t. LI, p. 52.

cette idée avait été énoncée en Angleterre par Chambers; Morlot et Scipion Gras prétendirent en avoir trouvé la confirmation dans les Alpes, le premier dans les amas diluviens de la Dranse, le second dans les dépôts erratiques du Dauphiné. Cependant leurs arguments n'avaient pas réussi à dissiper tous les doutes. Il était réservé aux charbons feuilletés du canton de Zurich d'en fournir la démonstration. Ces charbons qu'on exploite sur plusieurs points, à Utznach, Dürnten et Wetzikon sont recouverts par des amas de graviers et de blocs erratiques, qui n'ont pu être transportés que par les glaciers. En même temps, ils reposent, à Wetzikon, sur des cailloux alpins, qui portent, eux aussi, l'empreinte glaciaire, puisqu'il y en a qui sont distinctement rayés. Il faut donc que le glacier qui a amené ces cailloux se soit retiré pour laisser au sol le temps de produire les mousses et autres végétaux qui devaient se transformer en lignites, et ce temps a dû être nécessairement fort long.

Ajoutons à cela que ces lignites renferment des débris d'insectes et de plantes qui ont fait l'objet d'études suivies de la part de notre éminent botaniste, M. le professeur O. Heer. On y a aussi découvert des débris de grands animaux, d'éléphants et de rhinocéros, qui, cependant, ne sont ni le mammouth, ni le rhinocéros velu, mais qui appartiennent à des espèces différentes (*Elephas antiquus* et *Rhinoceros Merkii*). Enfin, on y a aussi rencontré en dernier lieu des traces de l'industrie humaine, une sorte de treillis ou de natte en bois, ainsi que cela a déjà été mentionné dans ce Recueil.

Les végétaux fournissent, on le sait, le meilleur criterium pour la détermination des climats. Or, que nous apprennent à cet égard les débris de plantes enfouis dans

les lignites feuilletées du canton de Zurich ? Ce sont, d'après M. Heer, les mêmes espèces qui croissent de nos jours dans les mêmes lieux, à la seule exception du pin de montagne (*Pinus montana*) et de l'érable de montagne (*Acer pseudoplatanus*) qui, aujourd'hui, ne descendent plus qu'exceptionnellement dans la plaine. Il s'agit donc d'un climat un peu plus froid que celui de nos jours, dont la température moyenne annuelle oscillait autour de 8° et 7° C.

Nous voilà ainsi en présence de climats divers et par conséquent de phases multiples d'une même grande période. En effet, du moment que les charbons de Wetzikon sont compris entre deux invasions de glaciers alpins, il s'ensuit que la période glaciaire doit comprendre au moins quatre phases ou époques, savoir :

1° Une première invasion glaciaire.

2° Une phase interglaciaire (celle des charbons de Wetzikon.

3° Une seconde invasion glaciaire.

4° Une phase postglaciaire.

Ici se pose une question importante, celle de savoir laquelle des deux invasions a été la plus considérable, car il est peu probable qu'elles aient été d'égale importance. Ici, M. Desor se sépare de la plupart des autres glacialistes. Selon lui, la grande invasion, celle qui a porté les blocs du Mont-Blanc jusque sur le Jura et qui s'est étendue jusqu'à Lyon et jusque dans les plaines de la Souabe, aurait été *la dernière*.

On lira, sans doute, avec le plus vif intérêt les considérations sur lesquelles l'auteur se fonde pour établir ce fait important. Reste à savoir si les arguments qu'il invoque en faveur de sa thèse réuniront les suffrages des ju-

ges compétents. Pour nous, en présence des faits acquis aujourd'hui, ils nous paraissent concluants.

Quoi qu'il en soit, il est possible, probable même, qu'à la faveur de cette chronologie, on parvienne à déterminer d'une manière plus satisfaisante qu'on ne l'a pu jusqu'ici la succession des climats divers que des études récentes nous ont fait entrevoir. On conçoit au besoin que la première invasion n'ait pas détérioré sensiblement le climat, s'il est vrai qu'elle n'ait eu qu'une extension modérée et qu'elle n'ait pas été de trop longue durée.

On comprendrait ainsi pourquoi la flore interglaciaire de Wetzikon est à peine différente de celle de nos jours. Ce qui est plus difficile à expliquer c'est la flore du Lœss. D'après M. Desor, elle se rattacherait à la seconde, ou *grande* invasion des glaces. Or, il semble que dans cet ordre d'idées elle devrait se présenter avec un caractère bien moins tempéré que cela ne paraît être le cas, d'après les quelques observations que l'on possède.

Ou bien faut-il admettre, avec M. Desor, que, malgré ses proportions gigantesques, cette seconde extension s'est effectuée d'une manière assez subite, pour ne pas réagir d'une manière *immédiate* sur la flore et la faune, si bien qu'en débouchant dans la mer lombarde et dans ses fiords, les glaciers auraient pu y rencontrer encore les mollusques et les oursins de l'époque préglaciaire ?

A la longue, cependant, la vaste nappe de glace qui recouvrait les montagnes et s'étendait comme un manteau sur toute la plaine suisse a dû exercer son influence réfrigérente, qui se traduit d'une manière non équivoque par cette flore boréale que nous rencontrons au fond des tourbières. Ce qui reste à déterminer ce sont les rap-

ports de cette flore, et du limon qui la renferme, avec le véritable Lœss.

Jusqu'ici les documents nous font encore défaut pour élucider cette importante question. Peut-être sera-t-on assez heureux pour trouver un jour des ossements de mammouth ou de renne associés à cette flore arctique. Cela n'aurait rien de surprenant, puisque ces animaux ont été les contemporains de l'homme des cavernes, avec d'autres animaux de race boréale.

A mesure que le climat se réchauffe de nouveau, la flore arctique, qui, paraît-il, prédominait depuis la Scandinavie jusqu'en Suisse, se retira de plus en plus, d'une part vers le nord, d'autre part dans les hautes régions des Alpes, mais non sans laisser çà et là des témoins de sa présence sur certains points culminants de la plaine tels que le Tössstock, l'Uetliberg, l'Albis, etc. C'est là, d'après M. Heer, l'origine de ces groupes de plantes alpines que l'on est convenu de désigner sous le nom de *colonies ;* elles seraient les restes d'une flore jadis répandue non-seulement sur tout le continent, mais sur tout l'hémisphère boréal, puisque le même phénomène se reproduit aux États-Unis.

L'auteur signale, en terminant, un dernier problème, dont il n'a pas trouvé la solution. Il se demande où s'était réfugiée, pendant l'invasion des grandes glaces, la flore actuelle, qui existait déjà à l'époque interglaciaire. Par quel procédé est-elle revenue reprendre possession de ses anciens domaines, à la suite de la flore arctique ? Voilà certes de quoi stimuler la curiosité scientifique.

Il nous reste à signaler une dernière considération que l'auteur ne fait qu'indiquer en passant, mais qui ne manquera pas d'attirer l'attention :

« Aujourd'hui, dit M. Desor, il est démontré que « l'homme n'a pas seulement été contemporain d'animaux « de race perdue, mais qu'il vivait à l'époque intergla- « ciaire. Dès lors, il a été témoin des grandes inondations « qui sont survenues à la suite de la fonte des glaces, si « même il n'en a été la victime. Or, comme les traces de « ces débâcles se montrent partout, non-seulement dans « l'ancien, mais aussi dans le nouveau continent, il est « permis de se demander si peut-être on ne doit pas faire « remonter à la fonte des glaciers diluviens la tradition « de ce déluge universel qui se retrouve chez les peuples « des deux hémisphères. »

Cette hypothèse pourra être discutée, mais c'est en tout cas une idée neuve et c'est la première fois que l'on essaie de rattacher les causes du déluge à une catastrophe géologique déterminée.

NOTICE

SUR LES

MOUVEMENTS DE L'EAU DE MER

DANS LE

VOISINAGE DE L'EMBOUCHURE DES FLEUVES

POUR SERVIR A LA

CONNAISSANCE DE LA NATURE DES COURANTS MARINS

PAR

F.-L. EKMAN
Professeur à l'École polytechnique de Stockholm.

Depuis plusieurs années je me livre à des observations sur la salure, à des profondeurs différentes, des eaux qui entourent les côtes de la Suède. Ces observations, qui ne sont pas encore terminées, n'ont été publiées jusqu'ici qu'en partie [1], et mon intention était de ne les communiquer que plus tard et dans leur totalité. Diverses raisons m'ont toutefois fait juger opportun de donner une notice succincte sur ce sujet.

Qu'il me soit permis à cet effet de commencer en citant l'exemple de Gothembourg, où le Göta-elf, l'un de nos plus grands cours d'eau, se jette dans le Kattegat. La ville est située sur le fleuve même, à environ 5000 mè-

[1] Savoir dans un travail sur l'eau de mer le long des côtes du Bohuslän (« Om Hafsvattnet utmed Bohuslänska kusten »), inséré dans les *Mémoires de l'Acad. Roy. des Sciences de Suède pour 1870*, et qui contient l'exposé de mes premières observations sur cette matière.

tres de son embouchure, et le lit du fleuve, large d'environ 200 mètres, a été dragué sur cette étendue à une profondeur de 17 pieds de Suède, soit environ 5 mètres. A la distance de 5340 mètres de l'embouchure, un pont traverse le Göta-elf sur un point où la profondeur atteint à 3,6 mètres. Le *Fjord* ou golfe qui reçoit le fleuve passe rapidement à une largeur de 3000 à 4000 mètres et sa profondeur atteint bientôt 10 à 12 mètres. A 11000 mètres de l'embouchure du fleuve commence le Kattegat.

Le 5 de ce mois, j'explorai la salure du district hydrographique dont je viens de donner les limites. Depuis longtemps régnait un temps d'été calme et splendide, et ce jour-là le vent soufflait de l'est, le courant du fleuve était fort, le niveau de la mer était en baisse. Il se présentait par conséquent ici toutes les circonstances propres, suivant la manière de voir ordinaire, à empêcher l'eau de la mer de pénétrer dans le fleuve. L'exploration eut lieu de telle sorte que la salure, tant à la surface qu'aux profondeurs respectives de 6, 12 et 17 pieds de Suède[1] fut déterminée pour 10 points différents à partir du pont mentionné ci-dessus, jusqu'à un récif « Dynan, » qui s'élève dans le Fjord à 5300 mètres en dehors de l'embouchure du Göta-elf. Voici maintenant en quelques mots quel fut le résultat de mon exploration, qui sera censée avoir eu lieu dans la direction du Fjord vers le fleuve.

1) La salure à la surface diminuait rapidement et avec une continuité assez régulière (de 1,89 °/₀ à 0,02 °/₀).
2) A 6 pieds de profondeur la salure était moins forte à « Dynan » (1,91 °/₀) qu'à l'embouchure même du fleuve (2,12 °/₀), mais elle diminuait rapidement et

[1] 1 pied de Suède = 0,297 mètres.

avec continuité depuis l'embouchure jusqu'au pont de (2,12 °/₀ à 0,16 °/₀).

3) A 12 pieds, la salure était également plus faible à « Dynan » (2,00 °/₀) qu'à l'embouchure du fleuve (2,12 °/₀), mais elle ne diminuait que d'un chiffre insignifiant depuis cette embouchure jusqu'au pont (2,12 °/₀ à 1,99 °/₀).

4) A 17 pieds la salure suivait la même loi. Elle était de 2,06 °/₀ à « Dynan, » de 2,11 °/₀ à l'embouchure du fleuve et de 2,09 au pont, c'est-à-dire en réalité plus grande à 5300 mètres en amont de l'embouchure qu'à la même distance en aval.

5) Les diverses cotes de salure à de plus grandes profondeurs dans le Fjord, qui n'avaient pas leurs cotes correspondantes dans la rivière même, augmentaient de même à mesure que du golfe l'on s'approchait de l'embouchure.

6) Au point supérieur d'exploration, en dessus du pont même, où l'on pouvait encore constater la présence de l'eau salée au fond du fleuve, la limite entre l'eau douce et l'eau salée était très-nettement tranchée, tant dans la direction verticale que dans la direction horizontale. J'y constatai les cotes de salure suivantes:

Surface	0,018 °/₀
6 pieds de profondeur	0,031 »
8 » » »	0,036 »
10 » » »	0,430 »
12 (fond) » »	2,003 »

et, à une distance de moins de 300 mètres plus haut, le fleuve ne charriait presque plus que de l'eau douce, à la surface aussi bien qu'à 12 pieds de profondeur (salure du fond 0,18 °/₀).

7) A l'aide de la méthode bien connue, consistant à descendre dans l'eau un objet, tout juste assez pesant pour s'enfoncer, et fixé à un flotteur au moyen d'une ficelle mince, j'observai directement un sous-courant au fond du Göta-elf, le flotteur avançant en amont contre le vent et un courant très-fort.

J'ai eu l'occasion de constater des faits parfaitement analogues à Stockholm même, où le Norrström (le débouché du Mälar) se jette dans un golfe de la Baltique. Dans tout le vaste bassin qui se rencontre entre Stockholm et la petite ville de Waxholm du côté de l'est, la plus grande salure, à la profondeur de 3 brasses par exemple, se rencontre dans le port même de Stockholm, immédiatement à l'embouchure du Norrström.

Ces faits trouvent leur explication dans une action purement mécanique que le courant d'eau douce, s'écoulant sur l'eau salée, exerce sur cette dernière. L'un des résultats en est que les couches d'eau plus profondes et plus salées qui se trouvent à l'embouchure des fleuves sont élevées au-dessus de leur niveau naturel, en remontant vers le lit du fleuve dans une direction oblique de bas en haut. Si la profondeur du fleuve est suffisante, ces couches d'eau y pénètrent enfin, et forment un sous-courant salé au fond du fleuve [1].

Ainsi, à une profondeur de 12 à 17 pieds, la salure est plus considérable dans le Göta-elf à 4000 mètres en amont de son embouchure que dans le Fjord à 5300 mètres de cette même embouchure ; en outre, la surface du

[1] On doit pouvoir s'attendre à ce qu'un phénomène analogue se produise à l'embouchure des cours d'eau dans les nappes d'eau douce, quoiqu'il soit infiniment plus difficile de l'y étudier.

fleuve au premier endroit doit occuper un plan supérieur à la surface du Fjord au second. On peut donc dire jusqu'à un certain point qu'un fleuve s'écoulant dans la mer agit à la façon d'une pompe, en élevant d'une manière continue vers la surface et dans la direction de la terre, l'eau salée plus pesante et plus profonde, qui se trouve à son embouchure.

Ce sous-courant remontant cède incessamment une partie de sa masse et de sa salure au courant d'eau plus douce sortant. Mais comme la couche la plus basse du courant de fond est protégée par les couches supérieures aussi remontantes, sa salure peut se conserver presque sans modification jusqu'au point où, vu la diminution de la profondeur, le courant inférieur est forcé de retourner.

Le courant supérieur sortant augmente incessamment en salure et en volume par suite des quantités d'eau salée qu'il s'incorpore aux depens du courant de fond, et à mesure que sa salure augmente, la limite entre les deux courants devient moins tranchée. Dans sa marche le courant sortant doit s'accroître considérablement dans la direction horizontale ou verticale, suivant les circonstances. Chaque écoulement d'eau douce dans la mer produit par conséquent un courant plus puissant que l'on ne pourrait s'y attendre d'après la masse primitive de l'eau écoulée.

Des rapports identiques ou analogues à ceux que j'ai observés à l'embouchure des rivières, doivent se reproduire sur une vaste échelle dans les courants entre deux bassins maritimes ayant des eaux de salure ou de température différente. Mais leur action doit y être plus puissante et le phénomène à un certain degré modifié, à mesure que les masses d'eau mises en mouvement sont plus grandes et les profondeurs plus considérables. Comme personne

ne l'ignore, c'est un fait connu depuis longtemps que le courant de surface qui sort d'un bassin maritime ayant une eau plus légère, a pour contre-partie un courant de fond à eau plus pesante, et ce fut Maury qui le premier émit et appliqua le principe, que la cause de tous ces courants doit être cherchée dans une différence entre la pesanteur spécifique des eaux respectives. Mais il faut aller plus loin encore, et essayer de se rendre compte des effets secondaires qui sont une conséquence du courant produit par la différence de la pesanteur spécifique. Afin d'y diriger l'attention avec plus de force, j'établis pour le moment et jusqu'à constatation par l'expérience, la thèse suivante: Partout où se rencontrent deux bassins à salure différente, on trouvera en général que non-seulement la salure du courant de surface augmente à mesure que l'on se rapproche du bassin plus salé, mais encore qu'à certaines profondeurs la salure des couches inférieures de l'eau augmente à mesure que l'on s'approche du bassin le moins salé, et souvent même aussi quand on est entré déjà dans le domaine de ce dernier. J'applique naturellement, avec les modifications de termes nécessaires, cette même thèse à des bassins de la même salure mais de température différente.

Connaissant la salure de la partie supérieure du Kattegat, j'ai souvent été frappé de la salure considérable que d'autres explorateurs ont constatée dans le Sund et même au sud des îles danoises. Je ne puis pour le moment soumettre ces données à une discussion plus spéciale au point de vue en question; mais en conformité de ce que j'ai énoncé ci-dessus, il ne serait nullement étonnant que dans les parties de la Baltique touchant aux îles danoises la salure fût en général plus grande, à une certaine pro-

fondeur, qu'au nord de ces mêmes îles dans le Kattegat; selon ma manière de voir, le courant du Sund et des Belts y rapprocherait davantage de la surface les couches d'eau plus salées du Kattegat. Je ferai observer en passant que l'on rencontre assez souvent dans ces parages une inversion des courants, le courant de surface venant du Kattegat et le sous-courant de la Baltique. Ce mouvement oscillateur des courants, quoiqu'on en doive chercher l'origine dans d'autres causes, paraît en réalité être susceptible d'une explication beaucoup plus facile dans les circonstances que j'ai déjà indiquées.

Indépendamment de ce que les faits esquissés ici paraissent être de nature à donner une idée plus complète des courants océaniques, ils offrent une application pratique assez importante pour les villes situées à l'embouchure des grands cours d'eau à une certaine distance de la mer. Dans plusieurs de ces villes, comme j'en ai constaté la possibilité pour Gothembourg, l'on pourrait tirer directement du fond de la rivière de la véritable eau de mer, qui sans cela ne se rencontrerait guère qu'à des distances souvent de plusieurs lieues de la ville, et qu'il pourrait être fort utile d'avoir ainsi sous la main pour l'établissement de bains salés, pour la conservation de poisson de mer vivant, etc.

Dans mes observations, je suis parti du principe que le moyen le plus facile de parvenir à une connaissance exacte des phénomènes qui provoquent et qui accompagnent les courants marins, doit être de soumettre ces courants à une étude détaillée aux points où ils se présentent dans des dimensions restreintes. On peut être certain que les lois par lesquelles ils sont régis dans ces conditions jouent aussi leur rôle dans les grands courants océaniques. Mais

des observations de ce genre ont été beaucoup empêchées jusqu'ici par le manque d'un instrument parfaitement approprié pour retirer l'eau à des profondeurs différentes. Un instrument destiné à cet objet doit, en tout premier lieu, être construit de telle sorte que l'on soit à même d'obtenir des échantillons d'eau pure de tout mélange avec l'eau des couches supérieures. Il doit être en outre d'un service facile, de manière à permettre de ramener en un court espace de temps des échantillons d'un grand nombre de profondeurs différentes; il doit être en dernier lieu peu sensible aux dommages extérieurs, et, si possible, d'un prix modéré et d'une fabrication facile. J'ai employé depuis l'année 1869 un instrument que j'ai imaginé et que j'ai décrit en 1870 dans le travail cité ci-dessus; il remplit toutes les conditions indiquées plus haut; diverses modifications en ont été exposées, avec une description imprimée, au Congrès actuel de Géographie à Paris. Voici la description de cet instrument dans sa forme la plus simple et la moins coûteuse, tout en étant parfaitement employable. (Voyez Pl. I, fig. 1.)

a est un cylindre ouvert aux deux extrémités, formé de tôle de laiton de 1^{mm} d'épaisseur; il est mobile dans la direction verticale sur deux tiges de métal, liées au sommet par une pièce de métal *m* plus haute qu'épaisse, et fixées à leur extrémité inférieure dans un disque de métal *r*. A son extrémité supérieure, l'instrument est attaché à une corde sur laquelle les profondeurs sont indiquées, et cette corde est tenue prête pour la profondeur voulue, afin que l'instrument puisse descendre sans empêchement dans l'eau avec la vitesse que lui donne son poids. Quand l'instrument doit être descendu du haut d'un navire élevé, on suspend premièrement le cylindre

au crochet *b*, qui ne peut tomber aussi longtemps que l'instrument se trouve dans l'air. Mais dans l'eau, le cylindre ne peut descendre avec la même rapidité que le reste de l'appareil, par suite de la résistance qu'oppose à l'eau le disque circulaire *d*, fixé au sommet du cylindre, et lorsque l'instrument commence à s'enfoncer, le cylindre se lève jusqu'à *e* et le crochet s'écarte. Dès que l'instrument est parvenu à la profondeur désirée, on le hâle immédiatement, et au même instant le cylindre tombe avec rapidité par suite de son premier mouvement et de la résistance que l'eau oppose au disque. Le cylindre contient alors l'eau qui se trouvait à la profondeur visée, et l'enferme totalement. A cet effet, la coulisse circulaire du disque *n* est remplie d'un mélange suffisamment compacte de suif, de cire et de craie, dans lequel on a préalablement fait une empreinte du cylindre. Le rebord *o* du cylindre est de même rempli d'un mélange pareil, dans lequel pénètre le bord étroit du disque supérieur Z. Dès que l'instrument a été hâlé, on enlève le bouchon X et l'on fait écouler l'eau par le robinet *s*. Un appareil de la capacité de 600 ^{cc} est suffisant dans la plupart des cas. J'ai choisi la superficie du disque de telle sorte, qu'avec une vitesse de descente de 3 pieds par seconde la résistance de l'eau contre le disque corresponde au poids combiné du cylindre et de ce dernier.

Comme on le voit, le principe même de l'instrument est que l'échantillon d'eau est ramené dans un cylindre ouvert, qui, aussi longtemps que l'instrument s'enfonce, est élevé au-dessus de son toit et de son fond futurs, mais tombe et se réunit avec ces derniers à la profondeur voulue. Un appareil fondé identiquement sur le même principe a été tout récemment décrit par le Dr H.-A.

Meyer, qui, après avoir pris chez moi connaissance de mon instrument, en a fait reconstruire une modification, qu'il a décrite, sans toutefois mentionner mon nom, dans le « Jahresbericht der Commission zu wissenschaftlichen Untersuchungen der Deutschen Meere, für die Jahre 1872-1873. » Je n'en aurais pas moins été charmé qu'il eût contribué à faire connaître l'appareil, si la modification qu'il y a imaginée n'eût été, à tout prendre, assez malheureuse. Il a supprimé le disque du cylindre, et n'a pas trouvé d'autre moyen pour amener l'appareil à se fermer à la profondeur voulue, que de faire descendre un poids le long de la corde, dès que celle-ci s'est arrêtée. L'emploi de l'instrument en devient plus lent et plus incommode, et le retard amené par là présente d'autant plus d'inconvénients que le courant et le vent font dériver plus vivement le navire. Les autres modifications de détail opérées par lui sont de moindre importance et peuvent, par conséquent, être passées ici sous silence, quoique, au lieu de contribuer au perfectionnement de l'appareil, elles y aient plutôt été nuisibles.

Stockholm, le 12 août 1875.

SUR LA

THÉORIE DE L'AURORE BORÉALE

A PROPOS DE

QUELQUES PHÉNOMÈNES OBSERVÉS DANS DES TUBES DE GEISSLER

PAR

M. SELIM LEMSTRÖM
Professeur agrégé à l'Université de Helsingfors.

I.

§ 1. Dans deux mémoires,[1] contenant les observations sur l'aurore boréale, faites pendant des voyages scientifiques dans les régions arctiques (au Spitzberg et à la Laponie finlandaise), nous avons résumé toutes les causes qui prouvent la nature électrique de ce phénomène; la plupart de ces causes ont été traitées d'une manière plus détaillée par E. Loomis[2] dans un mémoire intitulé: « Aurora borealis. » Quoiqu'il n'y ait presque plus de doute à ce sujet chez les savants, surtout depuis qu'on a eu les résultats de l'analyse spectrale, le phénomène même montre tant de singularités que chaque recherche qui

[1] *Comptes Rendus de l'Acad. des Sciences de Suède*, 1869, n° 7. — *Archives des Sc. phys. et natur.*, 1871, t. XLI, p. 147. — *Comptes Rendus de la Société scientifique finnoise*, 1873. *Archives*, 1874, t. L, p. 225.

[2] *Rep. of Smiths. Inst.* 1875.

pourra en quelque manière l'expliquer, doit rendre un vrai service à la science. C'est pour cette raison que nous avons cru devoir publier un exposé de quelques expériences qui ont été faites dans le cabinet de physique de l'Université de Helsingfors à la fin du mois de décembre 1874 et en janvier et février 1875, ainsi qu'une revue critique de la théorie de l'aurore boréale exposée par Peltier et de la Rive.

§ 2. Le point de départ de ce travail a été une observation faite déjà vers la fin de l'année 1873 : *qu'un tube de Geissler s'illumine dans le voisinage des pôles d'une machine électrique, sans que le tube touche aucun des pôles.*

Voyant dans ce fait un moyen d'expliquer le phénomène de l'aurore boréale dont la lumière a souvent été comparée à celle que produit l'électricité dans ces tubes, nous nous mîmes à examiner le phénomène de la lumière observée. Nous avons vu bientôt que l'intensité de la lumière dans le tube augmente dès que l'un des pôles ainsi que le fil de platine de l'un des bouts du tube de Geissler sont reliés à la terre au moyen d'un fil métallique.

Or il est clair que le phénomène lumineux qui se produit dans le tube dépend : 1) du corps électrique même qui le détermine, 2) de la qualité du gaz contenu dans le tube, 3) de la pression de ce gaz, et 4) de la distance où se trouve le tube du corps électrique, en admettant que son état électrique soit devenu constant. Nous nous sommes décidés, après quelques préparatifs, à adopter la disposition suivante en vue d'examiner à quelle distance le phénomène lumineux se produisait lorsqu'on faisait varier la

nature du conducteur électrique et la pression du gaz dans le tube.

La source d'électricité était une machine de Holtz, avec deux plateaux tournants. Elle fut placée dans une chambre séparée : l'un de ses pôles était lié par un fil de cuivre aux tuyaux de gaz d'éclairage et était par conséquent en communication directe avec la terre. L'autre pôle communiquait avec une sphère de laiton (1 décim. de diamètre) portée sur un pied isolant de verre placée dans une chambre voisine. Le fil conducteur était de cuivre ($0^{mm},8$ de diamètre) entouré de gutta-percha, et passait par un trou dans la porte qui séparait les deux chambres. On éloigna de ce pôle le support de laiton avec son bras horizontal à boules et on le remplaça par une petite boule cylindrique de laiton à calotte sphérique dans laquelle fut vissé le fil conducteur, de sorte que la perte d'électricité au pôle même en fut diminuée. L'autre bout du fil était fixé convenablement à la sphère de laiton. La fig. 2, Pl. I, montre tout l'arrangement : *st* et *s't'* sont deux fils de soie, tendus entre le plancher et le plafond des deux côtés de la sphère de laiton isolée. WW' est le mur qui sépare les deux chambres, A est l'un des pôles de la machine électrique, *m* l'autre pôle et *mu* la communication avec la terre, AB le fil conducteur isolé, *fd* la barre de verre vernie et C une sphère de laiton, creuse et munie de pointes (0,4 décimètre de diamètre) qui était placée dans une ouverture de la sphère B. — *op* et *o'p'* sont deux planches minces que l'on peut lever et baisser le long des fils de soie qui traversent ces planches par de petits trous. Ces planches étaient aussi trouées au milieu et le trou de la planche inférieure était garni d'un anneau de liége. A la planche supérieure fut fixé un petit cylindre de plomb creux et à

celui-ci un cordon de chanvre dans lequel était tordu un fil très-fin de cuivre argenté. Ce cordon passait autour d'une poulie qui se trouvait au plafond et aboutissait au tuyau de gaz ; suivant sa longueur il faisait lever ou baisser la planche *op*. Entre les planches *op* et *o'p'* se trouvait le tube de Geissler *gh*, qui avait la forme indiquée dans la figure GG'. Le bout inférieur du tube passait par l'anneau de liége de sorte que la pointe du fil de platine sortait de la planche; le bout supérieur passait par le cylindre de plomb et venait toucher le cordon où il y avait un contact métallique. Le tube de Geissler, figuré à part en GG', présentait quatre portions capillaires séparées par des parties élargies. En G' et en G un fil de platine traversait le tube. En G le tube présentait un rétrécissement auquel on pouvait adapter un tuyau mince de caoutchouc.

Ce tuyau était mis en communication avec une petite machine pneumatique au moyen de laquelle on réduisait à volonté la pression dans le tube jusqu'à $0^{mm},2$ ou $0^{mm},3$. Après avoir obtenu la pression désirée, et l'avoir lue exactement à un manomètre à mercure disposé sur la machine même, on fermait le tuyau de caoutchouc par deux pinces en fil d'acier, après quoi on enlevait le tube et le tuyau de la machine pneumatique. Il a été reconnu que la pression dans le tube se conservait très-bien de la sorte. L'air dans le tube pouvait être séché avant d'être raréfié.

§ 3. Dans le cas où la pression dans le tube était aussi basse que possible, le phénomène lumineux se produisait de la manière suivante :

a) Lorsque la sphère C était un pôle positif, il se for-

mait au bout du tube G un pôle négatif et un jet de lumière lilas ou rougeâtre traversait le tube; cette lumière durait jusqu'à ce que le tube fût levé à une hauteur d'environ 2 mètres; si la sphère était un pôle négatif, il se formait en G un pôle positif et on observait le même jet lumineux.

b) La lumière atteignait sa plus grande intensité dans les rétrécissements capillaires où elle prenait une couleur plus rougeâtre.

c) Quand on éloignait le tube de la sphère C en le levant, l'intensité de la lumière diminuait peu à peu et à une certaine hauteur, presque toujours la même pour la même pression, il n'y avait plus que les parties capillaires qui offraient une lueur continuelle, tandis qu'une suite d'éclairs rapprochés traversaient le reste du tube. Plus on éloignait le tube, plus ces éclairs s'affaiblissaient et enfin ils cessaient entièrement. Lorsqu'on baissait le tube les éclairs recommençaient, et à une certaine hauteur la lumière redevenait continue dans les parties capillaires d'abord et bientôt dans tout le tube.

d) Quand le tube était près de la sphère C (env. 1^{cm}), on voyait un courant de lumière lilas rougeâtre passer du fil de platine du tube à la sphère, ou dans le sens contraire, selon que la sphère était négative ou positive. Ce courant de lumière se changeait en une suite d'étincelles lorsque le bout était plus approché de la sphère; ces étincelles traversaient évidemment tout le tube.

e) La couleur de la lumière variait d'après la distance de la sphère; lilas rougâtre au commencement elle passait peu à peu au bleu clair et c'est la couleur que les étincelles avaient ordinairement. Les parties capillaires

présentaient, tant que la lumière continue durait, une lueur rouge pâle.

Lorsqu'on changeait la pression dans le tube, la distance à laquelle la lumière cessait d'être continue, celle à laquelle les éclairs disparaissaient ou celle à laquelle le tube recommençait à donner une lueur continue, changeaient aussi. Des expériences préliminaires montrèrent que la distance à laquelle la lumière s'éteint et recommence à luire, toutes les autres circonstances égales, reste constante et c'est pourquoi elle fut mesurée avec soin. Les changements que la couleur de la lumière subissait à des pressions différentes n'étaient pas grands et consistaient simplement en ce que la lumière devenait plus rougeâtre lorsque la pression augmentait. A une plus haute pression (env. 40^{cm}) la lumière prenait de plus en plus la forme d'étincelles au lieu d'un courant continu.

§ 4. Puisque le phénomène lumineux dans le tube provient de l'état d'incandescence dans lequel se trouvent les particules de gaz qui lui même dépend de la quantité de chaleur que développe le courant électrique passant par le tube, il en résulte que le phénomène de lumière est en connexion intime avec l'intensité du courant et la résistance galvanique. La loi qui détermine ce rapport dépend de la nature du courant dans le tube. Si ce courant est continu on peut appliquer la loi connue de Joule; mais s'il consiste en une série de décharges cette loi ne peut plus être appliquée; il faut alors avoir recours à la formule déduite par Riess pour la quantité de chaleur développée par les décharges électriques. Il y a des raisons pour ces deux alternatives et c'est pourquoi on ne peut décider que par des expériences directes. Cependant

il est clair que la quantité de chaleur doit avoir atteint une certaine grandeur pour la même pression dans le tube au moment où la lumière cesse. Si la pression est constante il est clair que la *distance* (x) de la sphère B (voy. fig. 2) à laquelle le tube s'éteint ou commence à luire, dépend de la différence des niveaux potentiels électriques de cette sphère au bout inférieur et supérieur du tube ; car c'est de là que résulte la quantité d'électricité E qui passe dans l'unité de temps par l'unité des sections du tube ou plutôt de celles du fil de platine, la résistance étant la même.

Cette différence étant dépendante de la fonction potentielle aux points nommés, on n'a qu'à examiner les circonstances qui déterminent celle-ci.

Figurons-nous la sphère munie de pointes C enlevée et il nous reste la sphère de laiton B.

Si l'on met celle-ci en communication à l'aide d'un fil de cuivre isolé avec le pôle positif par exemple de la machine électrique, tandis que le pôle négatif est relié à la terre, les plateaux de la machine tournant avec une vitesse de rotation constante, la sphère B prend une certaine quantité d'E, qui augmente jusqu'à ce que la quantité d'E qui s'écoule de B, soit égale à celle qui, dans l'unité de temps, s'écoule de la machine sur B.

Si la résistance de l'air était constante, la quantité d'E, qui se trouve dans la sphère B serait aussi constante, mais ce n'est pas le cas, car la résistance augmente dans la même proportion que la quantité d'E qui s'écoule de B. Ici la résistance est rapportée à l'unité de surface de la sphère B.

La quantité d'E qui coule de la sphère B étant dépendante de l'intensité du courant de la machine, il en

résulte enfin que la fonction potentielle est déterminée par les circonstances suivantes :

1° L'intensité de courant de la machine,

2° La résistance de l'air.

3° La grandeur du rayon de la sphère, parceque la résistance diminue évidemment à mesure que la surface de la sphère augmente pour la même intensité du courant de la machine.

4° La distance du centre de la sphère au bout du tube.

Il faut enfin remarquer que les mouvements qui se produisent dans la couche d'air comprise entre la sphère et le tube exercent aussi de l'influence, ce qui ne peut être déterminé que par des expériences.

Si l'intensité du courant de la machine est maintenue constante, la distance x, à laquelle le tube s'éteint ou commence à luire distinctement dépendra du rayon de la sphère et de la résistance dans la couche d'air environnante : donc des sphères de différents rayons doivent donner des distances différentes.

§ 5. Pour nous assurer de la justesse de cet exposé, nous avons fait les quatre séries d'expériences suivantes où nous avons employé quatre sphères de laiton poli. Les rayons des sphères étaient : N° 1 $r = 0^{dm}.3$, N° 2 $r' = 0^{dm},4$, N° 3 $r'' = 1^{dm},0$, N° 4 $r''' = 1^{dm},3$; les mesures sont exprimées en décimètres, ce qui s'est trouvé le plus commode. Les sphères étaient fixées avec de la cire à cacheter au support en verre *fd* (voyez fig. 2) et le fil de la machine y aboutissait par dessous, de sorte que la sphère et le fil fussent en contact métallique et qu'il n'y eût aucune pointe libre. Le tube de Geissler *gh*

était placé de la manière décrite plus haut et représentée dans la fig. 2. La vitesse de rotation de la machine était presque constante dans toutes les séries, mais la position du conducteur de la machine et ce conducteur lui-même furent changés dans les deux dernières séries. Le tube dans lequel l'air avait une pression d'environ $0^{mm},3$ était fermé aux deux bouts ; on le levait peu à peu au-dessus de la sphère B, jusqu'à ce que la lumière s'éteignît et alors on mesurait la distance de la sphère avec une règle divisée, après quoi on baissait le tube de nouveau jusqu'à ce que la lumière redevînt continue et là on mesurait la distance comme avant.

SÉRIE I.

La machine était placée derrière le mur WW', son pôle positif relié à la terre par le fil *mn* qui était mis en communication avec les tuyaux de gaz ; le tube *gh* était ici, comme dans toutes les expériences suivantes, en communication avec le tuyau de gaz par le cordon *hkl* tordu avec un fil de métal, et dans la chambre même où l'expérience avait lieu.

La sphère N° 1 $r=0^{dm},3$		Sph. N° 3 $r''=1^{dm},0$	
Le tube s'éteignait.	Recommençait à luire.	S'éteig.	Rec. à luire.
3,2	3,6	3,3	3,0
3,2	3,0	3,4	3.0
3,3	2,6	3,5	3,0
4,0			
4,0			
3,4			
4,4			
3,4			
3,4			
Moy. $3^{dm},55$	$3^{dm},07$	$3^{dm},38$	$3^{dm},03$

SÉRIE 2.

Sph. N° 2 $r'=0^{dm},4$		N° 3 $r''=1^{dm}$		N° 4 $r'''=1^{dm},3$	
s'éteig.	rec. à luire	s'éteig.	rec. à luire	s'éteig.	rec. à luire
3,20	3,10	3,86	3,82	4,80	4,20
3,62	2,90	4,00	3,60	4,40	4,27
3,65	3,20	3,95		4,65	4,85
3,92	3,55			5,05	5,12
3,80	3,35			5,70	5,55
				6,30	5,50
				5,90	5,50
				5,75	
Moy. $3^{dm},64$	$3^{dm},22$	$3^{dm},97$	$3^{dm},71$	$5^{dm},51$	$5^{dm},00$

SÉRIE 3.

La machine fut apportée dans la chambre même et placée aussi loin que possible de la sphère B (env. 2,5 mètres); le pôle positif fut relié au tuyau de gaz dans la même chambre, de sorte que le bout supérieur du tube de Geissler et le pôle positif furent réunis métalliquement au même bras du tuyau de gaz. Par ces changements l'intensité du courant de la machine à la sphère B fut modifiée.

	Sph. N° 2 $r'=0^{dm},4$		N° 3 $r''=1^{dm},0$		N° 4 $r'''=1^{dm},3$	
	s'éteig.	rec. à luire	s'éteig.	rec. à luire	s'éteig.	rec. à luire
	11,90	11,75	6,80	6,50	7,85	7,20
	10,70	12,35	6,45	6,35	7,25	7,00
	12,30	12,80	6,65	6,40	7,25	7,15
	12,75	13,15	6,75	6,30	7,35	7,50
	13,50	9,65			7,25	6,85
	13,35	13,10				
	14,40	12,30				
	10,50					
	14,20					
	13,75					
Moy. de tous	$12^{dm},73$	$12^{dm},15$	$6^{dm},66$	$6^{dm},39$	$7^{dm},39$	$7^{dm},14$

SÉRIE 4.

Sph. N° 1 $r = 0^{dm},3$		Sph. N° 3 $r'' = 1^{dm},0$	
s'éteign.	rec. à luire	s'éteign.	rec. à luire
15,7	14,7	6,90	6,47
16,8	14,6	6,50	6,25
16,7	16,2	6,70	6,25
		6,25	6,10
Moy. $16^{dm},40$	$15^{dm},17$	$6^{dm},59$	$6^{dm},27$

Les mesures suivantes nous servent à constater que la vitesse de rotation dans les différentes séries fut très-sensiblement constante. Elles furent exécutées avec la sphère munie de pointes C placée sur la sphère N° 3; on levait le tube jusqu'à ce qu'il s'éteignît, après quoi on le baissait de nouveau jusqu'à ce qu'il recommençât à luire.

s'éteignait	recommençait à luire
à la distance de $22,20^{dm}$	21,8
dans les séries 1 et 2	
23,50	21,9
dans les séries 3 et 4	

Une comparaison entre les distances trouvées dans les séries 1 et 2 d'un côté et 3 et 4 de l'autre, montre que l'intensité du courant dans le fil conducteur de la machine à la sphère a une grande influence sur la distance mesurée x. On voit aussi dans toutes les séries que la grandeur du rayon de la sphère a une influence remarquable sur cette distance, laquelle, comme le montre la série 3, passe par un minimum pour une certaine grandeur du rayon.

Ce fait, qui a sa cause dans les variations de la résistance de l'air, est confirmé par les autres séries.

Quoiqu'un calcul mathématique complet de ces expé-

riences puisse être assez intéressant, nous nous en abstiendrons à présent jusqu'à ce que nous ayons eu le temps d'exécuter des mesures plus minutieuses.

Pour celles-ci il nous faudrait un galvanomètre particulier pour des courants électrostatiques tel que M. Edlund l'a construit, car d'autres galvanomètres ne sont pas propres à ces expériences à cause de la charge électrique qui s'accumule sur le fil[1]; mais pour le moment je n'ai pas pareil instrument à ma disposition.

§ 6. Dans les expériences précédentes la pression dans le tube de Geissler restait la même; mais puisqu'il était nécessaire d'examiner comment la distance variait avec la pression, on exécuta les cinq séries d'expériences suivantes : dans les quatre premières l'air était sec, dans la cinquième humide. La dessication se faisait ainsi : le tube était d'abord vidé autant que possible à l'aide de la machine pneumatique à mercure, après quoi on faisait entrer l'air lentement et par un cylindre rempli de morceaux de chlorure de calcium.

Lorsqu'on employait l'air humide on le faisait passer par un tube rempli de coton mouillé. Dans chaque cas l'opération fut faite plusieurs fois. On se servit comme corps électrique de la sphère B, sur laquelle on plaça la sphère munie de pointes C[2] et le tube fut installé comme

[1] Nous nous sommes assurés pendant un voyage à Stockholm que cet instrument est bien applicable et nous renvoyons, en attendant, la publication d'un calcul sur la dépendance de la distance de rayon, etc., etc.; ce calcul est fondé sur la loi de Joule.

[2] Il faut remarquer que lorsqu'on plaçait une seule pointe sur une des sphères, la distance x augmentait et devenait presqu'égale à celle que l'on observait avec le système BC avec la sphère munie de pointes. Dans toutes les expériences citées la sphère B était négative;

on le voit dans la fig. 2; quand le système BC était devenu électrique on levait le tube, pendant que la machine continuait à tourner jusqu'à ce qu'il s'éteignît. On notait alors la distance x, après quoi on baissait le tube de nouveau jusqu'à ce qu'une lumière continue se montrât et cette distance était aussi notée. Pour contrôler la force de la machine, on observait de temps en temps la hauteur à laquelle un tube de la même grandeur s'éteignait, appelé au bas du tube d'épreuve, avec une pression de 0mm,3.

Les données consignées dans le tableau ci-dessous sont la moyenne de trois observations qui s'accordaient très-bien entre elles. Dans toutes les séries la sphère B était électrisée négativement.

on a fait aussi des essais avec la sphère électrisée positivement, et alors on observait toujours une diminution de la distance quoiqu'elle ne fût pas assez grande pour pouvoir être mesurée avec nos moyens actuels d'expérimentation.

Pression.	S'éteignait à la distance.	Recommençait à luire. Distance.	*Le tube d'épreuve* s'éteignait à la distance.
mm.	dm.	dm.	dm.
	Série 1.		
0,3	21,9	19,80	21,9
2,0	9,15(?)	8,35	»
3,5	15,8	15,30	18,40
4,5	16,33	14,30	»
5,9	15,08	12,60	»
8,3	16,73	13,30	»
9,8	14,50	12,50	»
12,0	13,35	12,40	»
15,7	13,20	11,20	»
21,3	7,13	5,40	17,05(?)
24,9	3,45	2,10	16,13
29,7	2,22		
35,0	2,10		
40,5	2.20		
44,8	1,76		

Pression.	S'éteignait à la distance.	Recommençait à luire. Distance.	*Le tube d'épreuve* s'éteignait à la distance.
m.mm.	dm.	dm.	dm.
	Série 2.		
0,3	22,0	»	22,0
1,6	18,75	17,0	»
1,8	11,80	7,60	»
2,5	16,43	13,60	»
3,3	20,25	19,10	»
	Série 3.		
0,3	21,90	»	21,90
1.2	20,43	Non observée	»
2,0	19,37		»
2,4	19,33		»
3,1	20,93		»
3,6	20,73		»
4,4	20,87		»
6,1	19,67		»
7,8	18,76		»

Pression.	S'éteignait à la distance.	Recommençait à luire. Distance.	*Le tube d'épreuve* s'éteignait à la distance.
m.mm.	dm.	dm.	dm.
	Série 4.		
0.3	22,70	»	22,70
0,9	21,12	»	
2,0	21,37	»	
2,9	21.93	»	
3,9	21,23	»	
5,0	20,70	»	
5,9	19,00	»	
9,4	16,97	16,30	
14,9	14,90	11,30	
20,4	12,73	9,00	
30,4	2,33	2,60	
39,5	2,33	3,80	24,60

Pression.	S'éteignait à la distance.	Recommençait à luire. Distance.	*Le tube d'épreuve* s'éteignait à la distance.
m.mm.	dm.	dm.	dm.
	Série 5. (air hum.)		
0,9	20,6	»	20,9
2,4	18,28	17,7	»
3.7	17,63	16,1	»
6,3	16,10	13,4	»
12.1	7,85	6,3	20,93
17,9	5,65	4,3	»
24,0	4,10	—	»
33,9	4,38	3,4	21,20
39,5	0,90	—	»
45,3	1,25	—	»
53,0	0,50	—	»

Lorsque dans la quatrième série on éleva la pression jusqu'à $48^{mm},9$ le courant cessa d'être continu et fut remplacé par une série d'étincelles se succédant rapidement dans le tube; quand on éloigna davantage le tube, les étincelles se changèrent en simples lueurs qui cessèrent même entièrement à la distance de 4,0 décimètres. Dans cette série la force de la machine électrique avait été fort accrue, comme on peut le voir par la distance à laquelle le tube d'épreuve s'éteignait, c'est-à-dire à $24^{dm},6$, par le fait que la machine avait été nettoyée avant le commencement de l'expérience.

Si l'on connaissait la relation qui existe entre le phénomène lumineux, ou la quantité de chaleur qui y est développée et l'intensité du courant, on pourrait calculer d'après ces expériences la variation de la résistance dans le tube avec la pression. Pour les motifs exposés plus haut nous renverrons ceci à un mémoire à venir et nous nous contenterons à présent d'un court examen des expériences qui ont été décrites.

Les séries 3 et 4 étant celles qui ont donné les résultats les plus précis, nous les choisissons pour montrer comment l'air sec se comporte. Dans les deux séries la distance est la plus grande lorsque la pression est une fraction du millimètre, après quoi elle diminue jusqu'à environ 2^{mm} pour croître de nouveau à environ 3 à 5^{mm} où elle atteint un maximum. Quand la pression est augmentée la distance diminue lentement jusqu'à 20^{mm}, puis beaucoup plus vite [1]. L'air sec montre ainsi un minimum

[1] En supposant que la loi de Joule soit applicable ici, la moindre résistance conductrice commence à une pression de 5 à 10^{mm} ; à 40^{mm} elle est déjà 163 fois plus grande qu'à 5 ou 10^{mm}.

de résistance, ce qui a été observé déjà [1]. La série 5 démontre, que l'air humide suit la même loi, mais qu'ici, la distance diminue un peu plus vite et que la résistance croit plus rapidement.

Nous fîmes ensuite quelques expériences avec des tubes de Geissler contenant de l'eau, la longueur de ces tubes était 0,7 mètre avec un diamètre de 2 centimètres. Après y avoir raréfié l'air à une pression d'environ 15^{mm}, celle de la vapeur à la température de la chambre, on continua encore quelque temps à faire le vide, après quoi le tube fut fermé. Dans ces conditions le phénomène lumineux avait presque entièrement disparu, seulement autour du fil de platine supérieur on voyait une petite lueur rougeâtre qui, avec une intensité décroissante, se prolongeait de quelques centimètres vers le bas du tube; la pression augmentant ensuite de nouveau, le tube demeura sombre jusqu'à 140^{mm} où le phénomène lumineux reparut, mais interrompu par des intervalles faibles et irréguliers, dans tout le tube. Pour rendre l'air dans le tube aussi humide que possible, on le secoua de manière que la quantité d'eau fût distribuée partout; mais il n'en résulta aucun changement remarquable dans la marche du phénomène. Avec des tubes d'un moindre calibre les résultats furent les mêmes.

Quoique ces résultats ne soient pas complétement décisifs, puisqu'on peut dire que l'électricité était conduite par l'eau le long des parois du tube, la circonstance que le phénomène se montrait à une pression d'environ 140^{mm} semble pourtant prouver qu'une quantité d'air qui dans

[1] Voyez: Edlund, la marche de courants induits et de disjonction à travers des gaz de différente densité. *Comptes rendus des actes de l'Acad. royale de Suède* 1869, p. 691. *Annales de Pogg*, 1869.

son état sec ne montre aucun phénomène pour un courant d'une certaine intensité, s'illumine pour le même courant lorsque la résistance est modifiée par de l'eau.

Le développement de chaleur dans le tube étant une fonction de l'intensité et de la résistance, si celle-là devient constante, il est clair qu'une variation de celle-ci doit produire, dans l'apparition du phénomène, des modifications analogues a celles que nous venons de voir.

§ 7. Le courant qui passe par le tube, dépendant de la charge électrique de la sphère C et de la quantité d'électricité qui s'en dégage de tous côtés, il est clair que le même phénomène lumineux peut se produire dans plusieurs tubes en même temps s'ils se trouvent près de la sphère C dans des positions convenables. Pour examiner ceci on plaça de deux côtés de la sphère un bâton vertical qui touchait presque au plafond. Aux deux bâtons on attacha par un bouchon un tube de Geissler dans lequel l'air avait une pression d'environ $0^{mm},3$. Les tubes furent d'abord dirigés de manière que leurs axes coïncidassent avec le rayon de la sphère C et à des distances de 5,0 décim. et 17,0 décim., comptées du bout inférieur du tube. Les deux tubes étaient reliés à la terre par leurs extrémités supérieures. Dès que la machine travailla, le tube *gh* placé au milieu commença à luire comme à l'ordinaire, mais lorsqu'il fut levé davantage et s'approcha de la distance où les autres tubes se trouvaient, on n'y vit plus que des flammes faibles, et quand les trois tubes furent à la même distance ils brillaient tous les trois avec la même intensité. Quand on baissait le tube *gh*, les deux autres s'éteignaient, mais recommençaient à luire lorsqu'on le relevait; *gh* même garda sa lumière jusqu'à la

hauteur ordinaire d'environ 21 décimètres. L'expérience montra aussi que l'intensité lumineuse était la plus forte quand l'axe du tube était normal à la sphère C, qu'elle diminuait lorsque la direction de l'axe était changée et qu'elle cessait entièrement lorsqu'elle était parallèle à la surface de la sphère C.

Il est évident que les électrodes de platine soudées dans les tubes de Geissler sont nécessaires pour qu'il se produise, dans ces circonstances, un courant continu de lumière, car sans cela l'électricité ne pourrait pas pénétrer dans le tube. Cependant on a essayé avec un tube sans électrode, mais seulement soufflé aux deux bouts, après que l'air eut été raréfié à une pression de 2^{mm}, et l'on a trouvé qu'un phénomène de lumière de peu de durée pouvait s'y produire dès que le *tube* changeait en quelque manière de place par rapport au corps électrisé, ici la sphère B.

Les principaux résultats qui découlent de ces expériences sont les suivants :

1° Si un corps isolé qui se trouve dans de l'air à la pression ordinaire, est électrisé au point que la tension vainque la résistance de l'air et que l'électricité s'écoule, il se produit un courant électrique dans des conducteurs rapprochés qui sont liés avec la terre ou quelque autre réservoir de l'électricité. Ce courant continue avec une intensité constante tant que la quantité d'électricité sur le corps ne diminue pas, c'est-à-dire si l'électricité qui s'écoule est renouvelée continuellement par une source d'électricité.

2° Quand il y a plusieurs conducteurs à différentes distances, toute la quantité d'électricité coule d'abord par

le plus proche ; mais quand celui-ci est éloigné à la même distance que les autres le courant passe par tous. Il semble pourtant que l'électricité, quand elle a une fois commencé à s'écouler par un conducteur, continue dans celui-ci, même lorsque ce conducteur est plus éloigné du corps électrique que les autres.

3° Dans les gaz raréfiés on observe dans ces conditions la séparation des deux électricités par influence comme dans les conducteurs en général, mais avec une modification qui résulte de la qualité des gaz raréfiés d'être des conducteurs relativement mauvais.

(La suite prochainement.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE.

FANKHAUSER, *Inspecteur général des forêts.* — RAPPORTS SUR LES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET PHÉNOLOGIQUES DES STATIONS FORESTIÈRES DU CANTON DE BERNE.

La direction des domaines et des forêts du canton de Berne, présidée par M. Rohr, a établi, dans l'automne de 1868, pour l'étude des conditions climatériques des forêts et de la croissance des bois, trois stations, à Interlaken, Berne et Porrentruy, en y instituant des observations faites par les gardes forestiers soit dans une forêt, soit dans un terrain voisin non boisé.

La station d'Interlaken est située au pied du flanc sud du Harder, à la hauteur d'environ 620 mètres au-dessus du niveau de la mer, dans la forêt de Bruchwald, formée de mélèzes plantés il y a une cinquantaine d'années. Le sol de la forêt et du terrain non boisé adjacent est argilo-calcaire.

La station de Berne est située à environ 5/4 d'heure au nord-ouest de cette ville, dans la forêt de Löhr, à une hauteur de près de 593 mètres au-dessus de la mer, sur un terrain plat de molasse et d'argile. La forêt se compose de sapins rouges d'environ 40 ans d'existence.

La station de Porrentruy dans le Jura est située à la hau-

teur d'environ 450 mètres dans la forêt de Fahy, formée de hêtres âgés de 50 à 60 ans, sur un terrain calcaire et argileux. Les observations à l'air libre s'y font dans le domaine dit des *Varandins*.

Les observations ont commencé avec l'année 1869 et ont été continuées dès lors sans interruption, à 9 h. du matin et à 4 h. du soir. Elles se composent de l'évaluation de l'humidité de l'air, de la température de l'air à 3 mètres de haut, de celle du sol et du terrain jusqu'à $1^{m},2$ de profondeur, de celle des arbres, des extrêmes de température, au soleil et à l'ombre, de la quantité de pluie, de l'évaporation et de la pénétration de l'eau dans le terrain au-dessous du sol.

Les résultats mensuels des observations sont réunis, imprimés, envoyés aux personnes qui s'y intéressent et publiés aussi dans le *Journal forestier suisse*.

Les tableaux météorologiques, relatifs aux cinq années 1869 à 1873, ont été joints à ceux de l'Observatoire de Berne pour 1873, et ceux de 1874 ont été réunis de même dans le cahier in-4° publié à Berne en 1875.

Les observations phénologiques jointes à ces recueils, et qui se font depuis 1869 en une cinquantaine de stations du canton de Berne, ont pour but l'annotation de certains phénomènes, se renouvelant périodiquement dans le règne végétal, et ayant rapport à l'apparition des premières feuilles des arbres forestiers et fruitiers, à leur épanouissement, à leur floraison générale, à la maturité des fruits et à la chute des feuilles. On y a réuni des renseignements analogues sur les principales céréales et sur quelques autres plantes, ainsi que sur l'époque de l'arrivée et du départ des oiseaux de passage.

On voit que toutes ces observations ont de grands rapports avec celles des phénomènes périodiques, qui ont fait l'objet de l'intérêt persévérant de l'astronome Adolphe Quetelet de Bruxelles, et pour lesquels il a recueilli de nombreux matériaux obtenus en diverses stations. On en trouve aussi dans le *Recueil des Observations suisses*. Les documents

bernois sont fort précieux, mais ils exigeraient un assez grand travail pour les examiner en détail et en tirer des conséquences pratiques. Je me bornerai donc à les signaler ici aux personnes que ces sujets intéressent et auxquelles ces recherches peuvent être utiles.

A. G.

J. RAND CAPRON. — SPECTRE DE L'AURORE BORÉALE. (*Philosoph. Magaz.*, 1875, sér. 4, tome XLIX, p. 249; *Naturforscher*, 1875, p. 195.)

Tandis que M. Vogel, M. Lemström et d'autres physiciens considèrent le spectre de la lumière polaire comme un spectre atmosphérique, modifié par les circonstances particulières de pression de température, d'épaisseur de la couche lumineuse, Angström, dans sa dernière publication, admettait que l'aurore produit deux spectres bien distincts : le premier, formé par la raie vert-jaune seule, proviendrait d'une phosphorescence ou fluorescence analogue à celle qui se produit dans certains gaz raréfiés traversés par la décharge électrique; le second, composé de l'ensemble des autres raies, serait un spectre atmosphérique ordinaire.

M. Capron s'est donné la tâche de soumettre cette hypothèse d'Angström à une vérification expérimentale. Pour cela il a comparé les spectres fournis par divers gaz ou vapeurs incandescents, air, hydrogène ou oxygène, vapeurs d'eau, de fer, de phosphore, etc. au spectre de l'aurore tel qu'il a été décrit par divers observateurs et tel qu'il a eu l'occasion de l'étudier lui-même à l'aide d'un spectroscope spécial, construit par Browning.

Il est arrivé de la sorte à conclure:

1° Que la raie vert-jaune et peut-être aussi la raie rouge résultent d'une phosphorescence ou fluorescence;

2° Que les raies plus pâles appartiennent, pour la plupart, aux gaz ou vapeurs atmosphériques, les raies de l'hydrogène paraissant jouer un rôle prépondérant et quelques-unes aussi aux vapeurs de fer et de phosphore ; en tout cas, les nombreuses coïncidences entre le spectre du fer et celui de l'aurore, signalés par M. Vogel, sont très-remarquables[1].

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

A. KLUNGE ET M. DE TRIBOLET. ÉTUDES GÉOLOGIQUES ET CHIMIQUES SUR QUELQUES GISEMENTS DE CALCAIRES HYDRAULIQUES DE L'OXFORDIEN ET DE L'ASTARTIEN DU JURA NEUCHATELOIS ET VAUDOIS (Extrait[2]).

Le Jura neuchâtelois et vaudois renferme un grand nombre de gisements de calcaires argileux propres à la fabrication de la chaux hydraulique. Ils appartiennent à trois étages géologiques distincts :

1° L'étage *Oxfordien moyen*, compris entre le Spongitien et le Pholadomien.

2° L'*Astartien inférieur*, immédiatement superposé au Terrain à chailles ou Corallien.

3° L'étage *Vésulien* (Bathonien inférieur).

Jusqu'ici, deux exploitations seulement (Convers, Vallorbes) sont situées dans le premier terrain; une seule (Ro-

[1] On sait qu'on a même voulu voir dans ce fait une preuve à l'appui d'une nouvelle théorie des aurores polaires. Voyez *Archives*, décembre 1874, tome LI, p. 343.

[2] La Rédaction des *Archives*, ne pouvant, en raison de la spécialité de ce travail, l'insérer en entier, a obtenu des auteurs l'autorisation d'en publier les résultats les plus essentiels, relatifs à la composition chimique des calcaires qu'ils ont analysés. Le Mémoire lui-même doit être prochainement publié en son entier par les auteurs. R.

zières) appartient au second; toutes les autres sont vésuliennes. Mais on connaît de nombreux gisements de calcaires hydrauliques dans les deux premiers étages, et les analyses faites par les auteurs fourniront d'utiles indications sur les applications dont ils seraient susceptibles.

Les analyses ont été faites sur les chaux produites par une forte calcination. Le premier tableau donne les résultats de l'analyse des chaux. Le second présente la composition des calcaires eux-mêmes.

A) *Calcaires de l'Oxfordien moyen.*

Les analyses ont porté sur sept échantillons des localités suivantes :

I.	Beaulmes.	Perte par calcination,	39,04	p. cent.
II.	Longeaigues.	»	39,50	»
III.	Sainte-Croix.	»	41,01	»
IV.	Saint-Sulpice.	»	40,00	»
V.	Convers.	»	38,00	»
VI.	Convers.	»	32,74	»
VII.	Vallorbes.	»	36,36	»

Composition des chaux.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
SiO^2	15,55	15,24	9,42	9,14	17,48	31,14	19,98
Al^2O^3	2,19	4,74	2,95	2,57	4,29	8,95	6,31
Fe^2O^3	1,20	1,54	1,35	1,55	2,37	1,78	2,40
Ca O	76,77	74,85	83,06	82,60	72,90	52,47	67,14
Mg O	2,05	1,14	1,22	1,29	1,19	2,35	1,77
SO^3	0,98	0,45	0,35	0,32	0,88	1,50	0,83
Alcalis	1,06	1,93	1,44	1,51	0,80	1,66	1,06
Perte	0,20	0,11	0,21	1,02	0,09	0,15	0,51
	100	100	100	100	100	100	100

Composition des calcaires.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
SiO^2	9,48	9,22	5,56	5,48	10,84	20,94	12,72
Al^2O^3	1,34	2,87	1,74	1,54	2,66	6,01	4,02
FeO,CO^2	1,06	1,34	1,16	1,34	2,13	1,74	2,22
CaO,CO^2	82,82	80,65	87,19	88,30	79,89	61,62	75,64
$MgO.CO^2$	2,41	1,46	1,51	1,61	1,55	3,32	2,37
CaO,SO^3	1,02	0,48	0,36	0,32	0,94	1,72	0,90
Alcalis	0,65	1,18	0,85	0,90	0,50	1,12	0,68
Eau & perte	1,22	2,80	1,63	0,51	1,49	3,53	1,45
	100	100	100	100	100	100	100

On peut conclure de ces analyses, en adoptant les principes posés par Vicat et généralement admis, sur la classification des calcaires hydrauliques d'après leur teneur en argile, que les calcaires de Sainte-Croix et de Saint-Sulpice (III et IV) donneraient des chaux moyennement hydrauliques, ceux de Beaulmes et de Longeaigues (I et II) des chaux hydrauliques proprement dites, et ceux de Convers et de Vallorbes (V, VI et VII) des ciments.

B) *Calcaires de l'Astartien inférieur.*

Échantillons analysés.

I.	Beaulmes.	Perte par calcination,	40,16	p. cent.
II.	Longeaigues.	»	40,04	»
III.	Rozières.	»	35,23	»

Analyse des chaux.

	I	II	III
SiO^2	12,29	12,53	23,30
Al^2O^3	4,25	3,95	6,99
Fe^2O^3	1,34	1,95	2,26
CaO	78,25	78,79	64,54
MgO	0 47	0,90	0,37
SO^3	0,30	0,40	0,26
Alcalis	2,47	1,36	2,30
Perte	0,63	0,12	0,00
	100	100	100

Composition des calcaires.

	I	II	III
SiO^2	7,35	7,67	14,97
Al^2O^3	2,55	2,37	4,50
FeO, CO^2	1,16	1,70	2,10
CaO, CO^2	83,35	84,15	73,96
MgO, CO^2	0,61	1,13	0,59
CaO, SO^3	0,37	0,49	0,29
Alcalis	1,47	0,83	1,49
Eau et perte	3,14	1,66	2,10
	100	100	100

La composition des deux premiers correspond à celle des chaux hydrauliques proprement dites, le troisième se range dans la classe des ciments.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

C. SEMPER. DIE STAMMESVERWANDTSCHAFT..... LA PARENTÉ GÉNÉALOGIQUE DES VERTÉBRÉS ET DES INVERTÉBRÉS. (*Arbeiten aus dem Zool. Zootom. Institut in Würzburg*, Band II, Heft 1, p. 25—76 et Pl. III—V.)

A. DOHRN. DER URSPRUNG....... L'ORIGINE DES VERTÉBRÉS ET LE PRINCIPE DES CHANGEMENTS FONCTIONNELS. Leipzig 1875.

Les discussions que soulève le transformisme ont changé d'aspect depuis peu d'années. L'on ne cherche plus guère de preuves à l'appui de la théorie de Darwin. L'on cherche à montrer comment le développement historique du règne animal s'est opéré conformément à cette théorie. Les méthodes scientifiques sont trop souvent mises de côté, des indices sont pris pour des preuves et l'imagination se donne libre carrière.

M. Semper a eu le bonheur de rencontrer dans l'étude de l'embryogénie des Sélaciens quelques faits dont l'importance, au point de vue de la généalogie des Vertébrés, pourra être immense. En effet, les embryons de requins du genre Acanthias présentent à droite et à gauche de la colonne vertébrale une série d'enfoncements du péritoine. Ces petits enfoncements se répètent à chaque vertèbre. En dehors de cette ligne d'invaginations, se trouve de chaque côté un canal longitudinal, le canal du rein primitif, qui paraît, dans l'opinion de l'auteur, se séparer aussi du péritoine par un plissement. De ce canal part une série d'excroissances creuses qui poussent à la rencontre des enfoncements du péritoine et se soudent avec eux. Il en résulte une série de tubes empelotonnés sur eux-mêmes et s'ouvrant chacun dans la cavité péritonéale d'une part, dans le canal du rein primitif de l'autre. Un peloton de vaisseaux sanguins capillaires croît dans l'intérieur de chacun de ces tubes, de façon à faire saillie dans sa cavité, en un point plus rapproché de l'extrémité péritonéale que de l'extrémité efférente; c'est le corpuscule de Malpighi. Enfin il se trouve, au côté dorsal des veines caves, une série de corps cellulaires que l'auteur considère comme étant peut-être l'origine de la partie glanduleuse de chacun des tubes du corps de Wolf. Ces tubes auraient donc une triple origine.

Les ouvertures péritonéales en forme d'entonnoirs sont munies de cils vibratiles et persistent jusque chez l'adulte dans le genre *Acanthias*. Ils disparaissent de bonne heure chez *Scyllium*. Ils n'ont pu être trouvés chez des exemplaires adultes de Raies, de Dipnoïens ou de Ganoïdes.

L'on sait que Max Schultze avait trouvé des organes vibratiles en forme de gouttières à la partie antérieure du rein primordial de jeunes Cyclostomes. De nouvelles recherches auront à nous apprendre à quel point ces organes sont répandus chez les embryons et les jeunes des Vertébrés les plus inférieurs.

Outre les canaux efférents du rein primitif, le cloaque reçoit déjà chez l'embryon un autre canal de chaque côté, à savoir : le canal secondaire du rein primitif. Ce canal se scinde en deux branches qui se soudent l'une avec les tubes rénaux inférieurs, l'autre avec les tubes supérieurs.

M. Semper insiste sur un détail anatomique fort important que présentent ces tubes ou organes segmentaires. Les deux orifices opposés de chaque canal appartiennent à deux métamères consécutives. L'entonnoir se trouve dans un segment, tandis que l'ouverture dans le canal du rein primordial répond au segment qui le suit d'avant en arrière. Les organes segmentaires des Annélides ne se comportent pas autrement.

C'est à propos de ce nouveau trait de ressemblance entre Annélides et Vertébrés que M. Semper développe ses idées sur la parenté des deux groupes, idées sur lesquelles nous aurons à revenir.

Mais à côté de cette analogie frappante, ces organes segmentaires des Annélides et des embryons de requins présentent aussi une grande différence. Chez les premiers, chaque tube débouche séparément au dehors; chez les derniers, ils viennent tous déverser leur contenu dans un canal qui, d'après M. Semper, paraît provenir du péritoine et va s'ouvrir dans le cloaque. Toutefois il est à noter que chez les vers inférieurs, tels que les Rotifères, les canaux rénaux s'ouvrent aussi dans le cloaque. Mais alors que devient cette parenté si vantée des Annélides avec les Vertébrés, si c'est chez les vers les plus inférieurs que l'on doit aller chercher une structure anatomique réellement comparable à celle des Vertébrés ?

Il est encore entre ces deux groupes une différence que M. Semper passe sous silence, quoique ses dessins théoriques l'indiquent très-clairement. Chez le vertébré, l'entonnoir vibratile et le peloton du tube rénal se trouvent dans un même segment et la partie efférente du tube arrive seule

dans le segment suivant. Chez l'annélide, l'entonnoir seul s'ouvre dans le segment supérieur, tandis que le peloton et la partie glandulaire sont compris dans le même métamère où se trouve l'orifice externe. Encore sous ce rapport, les passages de l'un de ces types à l'autre nous paraissent bien difficiles à établir.

Le développement de ces organes segmentaires présente aussi des analogies, puisque la partie la plus interne paraît se former chez les Annélides, comme chez les Vertébrés, par des invaginations qui partent du péritoine. La partie moyenne se formerait chez les uns comme chez les autres aux dépens du feuillet moyen. Mais il est évident, chose dont M. Semper ne paraît pas s'apercevoir que, si le canal du rein primitif se forme, comme il le croit, aux dépens du péritoine, la comparaison entre les organes efférents de l'urine chez les Vers et chez les Vertébrés cesse d'être possible.

Le sort ultérieur de ces canaux primitifs serait le même si, chez les Sélaciens et chez les Hirudinées, ils devenaient les canaux efférents du sperme. Mais ce rôle qu'on leur fait jouer pour le besoin de la cause nous paraît aussi peu prouvé pour l'un des groupes que pour l'autre. Bien au contraire, les recherches de M. E. Perrier ont montré que, chez certains Annélides du moins, les organes génitaux n'entrent dans aucune liaison avec les organes segmentaires.

Le rein primordial des sangsues ne paraît comparable en aucune façon aux organes qui nous occupent.

Nous laisserons de côté les objections que M. v. Baer a opposées à une comparaison des Tuniciers et des Annélides avec les Vertébrés. Ces objections qui reposent uniquement sur les différences des faces ventrale et dorsale n'ont qu'un intérêt physiologique et nullement morphologique. Ce sont des résultats de la loi d'adaptation et non des différences inhérentes à l'organisme animal. M. Semper réfute fort bien ces objections et montre en particulier que la règle que M. v. Baer cherche à établir et d'après laquelle les animaux fixés

le seraient toujours par leur face dorsale n'est pas une règle sans exceptions, loin de là.

Si les différences entre les Vértébrés et les Annélides sont grandes, il faut bien reconnaître cependant qu'ils présentent de nombreux rapports. Que l'on compare un poisson placé sur le dos à un Annélide placé sur le ventre, et l'on retrouvera chez tous les deux les principaux systèmes d'organes dans des positions comparables. Les faces neurale et hæmale et les rapports de position du système nerveux, du tube digestif, des grands vaisseaux artériels et veineux, des branchies externes se correspondent exactement. Les fentes branchiales des Vertébrés se retrouvent chez le Balanoglosse et peuvent avoir existé chez d'anciens Annélides, souche commune des Vertébrés et des Annélides actuels. Les muscles sont en somme placés de même. La chorde dorsale, enfin, paraît représentée chez les Annélides par les grosses fibres longitudinales décrites par Leydig et par Claparède, et même si cette dernière comparaison se trouvait être erronée, cette différence dans un seul organe serait minime comparée à la ressemblance générale.

En somme, M. Semper trouve entre les Annélides et les Vertébrés des rapports au moins aussi grands qu'entre les Tuniciers et les Vertébrés. Seulement les Tuniciers ne sont pas segmentés, tandis que les Annélides présentent des métamères, ce qui rend leur parenté avec les Vertébrés infiniment plus rapprochée.

Dans la seconde partie de son mémoire, M. Semper nous donne un arbre généalogique du règne animal, arbre qui, s'il n'a pas d'autre mérite, a tout au moins celui de l'originalité. Nous ne pouvons nous empêcher de regretter de voir un naturaliste aussi sérieux suivre lui-même les errements d'une école qu'il juge avec une sévérité bien méritée.

M. Semper place les Tuniciers à côté des Mollusques à cause des analogies que présentent leurs branchies (celles des

Ascidies et des Pyrosomes adultes seulement !) avec celle des Lamellibranches et il met l'Amphioxus également à côté des Mollusques à cause de ses rapports avec les Tuniciers. Les Échinocodermes y figurent à côté des Cœlentérés, les vers sont représentés comme descendant, les uns des Protomollusques, les autres des Protannulés d'où sortent les Vertébrés. Nous nous permettons de douter que M. Semper lui-même prenne cet essai au sérieux.

M. Dohrn, dans un écrit purement théorique, érige en principe et formule un fait bien connu de tous les naturalistes. Nous ne pouvons qu'approuver cette tendance à exprimer en termes précis les idées courantes, mais nous devons protester contre l'assertion que le principe dont il s'agit n'était pas compris et à peine pressenti par les naturalistes avant que M. Dohrn ne l'ait formulé. L'histoire si bien comprise depuis longtemps de la vessie natatoire et du poumon, ainsi que celle du membre antérieur des Vertébrés, pour ne citer que des exemples frappants, montre suffisamment que M. Dohrn n'a fait qu'exprimer ce que tout le monde savait déjà. Voici du reste la traduction textuelle de cette formule :

La modification d'un organe a lieu par la succession de fonctions dont il est le porteur. Chaque fonction est la résultante de plusieurs composantes dont l'une est la fonction primaire ou principale, les autres les fonctions secondaires ou accessoires. La diminution de la fonction principale et l'augmentation d'une fonction accessoire changent la fonction composée ; petit à petit, la fonction accessoire devient fonction principale, la fonction composée change et le résultat final est une modification de l'organe.

Il eût été peut-être possible d'exprimer les mêmes idées d'une manière à la fois plus claire et plus brève en évitant cette personnification de la notion abstraite de fonction. Nous proposons une formule qui nous paraît préférable, tout en souhaitant de la voir encore perfectionnée par d'autres :

Outre sa fonction principale, chaque organe remplit des

fonctions accessoires. Les circonstances dans lesquelles se trouve l'organisme venant à changer, l'une des fonctions accessoires peut acquérir pour lui plus d'importance que la fonction principale et l'organe est modifié en conséquence.

Il est presque superflu de rappeler que nous ne prenons pas cette formule pour une loi. mais simplement pour un énoncé dont la justesse dépend de celle de la théorie du transformisme.

Dans la partie spéciale de son travail, M. Dohrn part du point où M. Semper s'est arrêté: il ne cherche plus à démontrer la parenté des Annélides et des Vertébrés; il l'affirme et cherche à montrer comment la transformation a pu s'opérer. La difficulté la plus considérable est, sans contredit, l'existence, chez les Annélides, d'un anneau nerveux œsophagien et de ganglions sus-œsophagiens. Cette difficulté, il la résout par une hypothèse qui a tout au moins le mérite de la hardiesse. La bouche des Vertébrés ne serait pas l'homologue de celle de l'Annélide: ce serait une fente branchiale modifiée. Quant à la bouche primitive, elle s'oblitérerait et se perdrait au point de ne plus se montrer chez le Vertébré, même à l'état d'embryon, que sous forme de vestiges. Ces vestiges seraient la fosse rhomboïdale qui sépare le cerveau de la moelle allongée. A l'appui de cette hypothèse, M. Dohrn ne peut citer que peu de faits positifs, à savoir la formation tardive de la bouche chez l'embryon de Vertébré et l'homologie sériale de cet orifice avec les fentes branchiales, celle des mâchoires avec les arcs branchiaux, et enfin la manière dont les nerfs prennent leur origine à la base du cerveau. Aussi n'est-ce qu'avec timidité et en employant le mode conditionnel que cette supposition est présentée au lecteur; mais à la page suivante, par une application immédiate du principe énoncé plus haut, cette supposition change de fonction et passe à l'état de certitude, pour servir de base à de nouvelles constructions aussi peu solides que la première.

L'origine première des fentes branchiales est bien plus

difficile à expliquer. M. Dohrn suppose que ce pourraient être des organes segmentaires soudés avec le tube digestif, quoique, dit-il lui-même, « nous n'ayons pas de fondation suffisante pour admettre cela. » Non-seulement cette idée manque de fondement, mais il nous semble que l'histoire de la Tornaria et du Balanoglosse s'y oppose absolument.

Marchant d'un pas plus ferme sur cet échafaudage branlant, M. Dohrn suppose à ces anciens Annélides, ancêtres communs des Annélides actuels et des Vertébrés, une série de branchies externes se répétant à chaque anneau, branchies qui sont parcourues par des vaisseaux sanguins et mises en mouvement par des muscles. Ces muscles devaient avoir des points d'appui: c'étaient les arcs branchiaux cartilagineux. Peut-être aussi la chorde dorsale aurait-elle pris naissance comme point d'appui de ces muscles et de ces arcs branchiaux. Mais que sont devenues ces branchies chez les Vertébrés? D'abord quelques-unes, les plus antérieures, se retrouvent encore chez les Amphibiens sous leur forme primitive. Deux autres paires sont devenues les extrémités par la prédominance croissante des fonctions motrices, des muscles et du squelette. Le pénis et le clitoris pourraient bien être une paire de branchies modifiées et soudées entre elles. Les tentacules buccaux des poissons pourraient être aussi des branchies modifiées. Enfin dans la nageoire impaire l'on retrouverait une dernière paire de branchies modifiées. Ces produits d'une vive imagination auraient certes besoin d'être étayés sur les preuves les plus convaincantes ; au lieu de cela, M. Dohrn ne les appuie que sur des indices — ce qui ne l'empêchera pas, quelques pages plus loin, de prendre ces suppositions pour bases de ses raisonnements

Quant au reste des branchies externes, elles durent disparaître pour la plupart, afin de faciliter la locomotion, en même temps que le corps de l'Annélide, devenu poisson, prenait cette forme de double cône si favorable à une nata-

tion rapide : celles qui restèrent, rentrèrent petit à petit dans l'intérieur des fentes branchiales.

La bouche représente peut-être plusieurs paires de fentes branchiales, c'est-à-dire, en dernier ressort, plusieurs organes segmentaires soudés entre eux. Les fossettes nasales seraient une première fente branchiale oblitérée : les organes génitaux et urinaires des Vertébrés proviendraient d'une partie de la série des organes segmentaires. L'anus actuel ne répondrait probablement pas à l'anus primitif puisque les embryons de Vertébrés possèdent en arrière de l'anus actuel une portion d'entoderme qui tombe en dégénérescence. Cet orifice serait dès lors le produit de la fusion d'organes segmentaires entre eux et avec le tube digestif. La partie postérieure du corps, débarrassée du tube digestif, devient une véritable queue.

Les fibres voisines de la chaîne ganglionnaire des Annélides et des papillons sont pour M. Dohrn l'homologue incontestable de la chorde des Vertébrés, et il en conclut que cette dernière était à l'origine un durcissement d'une partie du neurilemme. La tête des Vertébrés proviendrait de la soudure de plusieurs des anneaux les plus anterieurs des anciens Annélides.

Dans cette histoire du développement des Vertébrés, l'Amphioxus et les Ascidies ne trouvent pas leur place. Pour retrouver l'origine de ces groupes singuliers, M. Dohrn s'adresse d'abord aux Cyclostomes. Il démontre, ce nous semble avec raison, et en s'appuyant sur plusieurs faits positifs. quoique bien connus pour la plupart, que ces Vertébrés inférieurs ne doivent pas être considérés comme le prototype de poissons, mais bien plutôt comme des poissons dégénérés. Toutefois le savant naturaliste nous paraît commettre une erreur en prenant pour point de départ de cette dégénérescence les formes élevées de ce groupe. Si les organes des sens, la bouche et les branchies, le squelette et les muscles présentent des formes qui peuvent s'expliquer par la dégé-

nérescence et l'adaptation à la vie parasitique, en revanche, M. Dohrn nous paraît se lancer de nouveau dans les suppositions, quand il dérive les branchies des Cyclostomes de branchies externes qui se seraient déplacées, et lorsqu'il fait provenir d'une branchie modifiée le repli qui sépare la cavité pharyngienne de la cavité branchiale de ces animaux.

Quant à la larve des Cyclostomes, à l'Ammocœtes qui ressemble tant à l'Amphioxus, M. Dohrn y voit une forme dégénérée par suite de son genre de vie, qui semble être de se nourrir de la vase dans laquelle elle se tient enfoncée. Ce serait une forme produite par l'adaptation et l'hérédité à des âges correspondants, et qui viendrait s'intercaler dans le développement naturel de ce poisson. Que l'on suppose maintenant un Ammocœtes se reproduisant dans cet état larvaire et l'on arrivera à l'Amphioxus.

L'Amphioxus, continuant cette œuvre de destruction, a perdu crâne, cerveau, organes des sens, colonne vertébrale, rein et rein primitif, foie, pour ne développer que le sac branchial qui lui sert à tamiser l'eau dans laquelle il trouve sa nourriture. Les cirrhes buccaux ne peuvent être autre chose, d'après M. Dohrn, que les tentacules buccaux « qui « proviennent de branchies d'Annélides et sont doublement « importants comme donnant seuls la preuve que les bran- « chies si modifiées de l'Amphioxus ont pourtant été origi- « nairement des branchies comme celles des poissons et, re- « montant encore plus haut, des branchies d'Annélides. » Ainsi cette origine des tentacules buccaux comme branchies externes modifiées que l'auteur avançait timidement comme une supposition, dénuée de preuves, se trouve tout à coup, par une application du « Functionswechsel » que peu de lecteurs pourront accepter, passée à l'état de certitude et servir de base à des suppositions tout aussi peu fondées qui, à leur tour, servent de preuves. Nous sortons ici complétement du domaine des sciences exactes et nous tombons dans celui des œuvres d'imagination. En effet, chez l'Amphioxus, un seul

organe montre une métamorphose régressive, un seul organe est moins développé chez l'adulte que chez la larve, l'organe de l'ouïe. Quant à la larve ciliée, M. Dohrn la représente de même que l'Ammocœtes comme une nouvelle acquisition.

Mais ce n'est pas tout. Les analogies entre l'Amphioxus et les Tuniciers sont assez grandes pour avoir frappé même des observateurs sans aucun préjugé ; pour M. Dohrn cette parenté ne fait pas l'ombre d'un doute. Seulement l'Amphioxus étant un être dégénéré, les Tuniciers devront être des animaux encore plus dégénérés. Nous ne suivrons pas l'auteur dans cette dernière partie de son essai. Qu'il nous suffise de dire, qu'à ses yeux, le cloaque de Tuniciers provient de la cavité pleuro-péritonéale de l'Amphioxus qui est lui-même le reste de la partie externe d'une fente branchiale ! Et cependant le mode de formation du cloaque par invagination de l'ectoderme, ses rapports avec les organes internes sont suffisamment connus pour exclure tout à fait un tel rapprochement. La bouche et l'anus des Tuniciers seraient de nouveau changés (pour la troisième fois!) ; les papilles de l'extrémité antérieure de la larve d'Ascidie seraient des lèvres modifiées et marqueraient le point où se trouvait la bouche des poissons.

M. Dohrn se représente, en somme, l'arbre généalogique du règne animal comme un seul tronc, d'où partent de tous côtés des branches pendantes, ou comme un jet d'eau dont le jet monte en ligne droite tandis que les gouttelettes retombent de tous côtés, représentant les groupes en voie de dégénérescence. Quant aux causes qui produiraient ce courant ascendant unique, M. Dohrn ne les indique pas plus qu'il n'indique les raisons pour lesquelles il considère la théorie de la sélection comme insuffisante. Dans la découverte de ces causes serait, nous dit-il, le pas le plus important que la biologie aurait maintenant à faire.

L'on nous reprochera peut-être d'avoir analysé dans un

recueil scientifique des essais[1] qui portent, à un tel point, le caractère d'œuvres d'imagination. Nous croyons cependant qu'il n'est pas sans utilité d'attirer l'attention sur ce genre de littérature, non pas que les idées qui y sont contenues puissent servir de guides dans des recherches sérieuses, mais parce qu'il nous semble que le moment d'une réaction ne peut plus être éloigné. De tels essais, que leurs auteurs considèrent peut-être comme pleins de vérités prophétiques, se réduisent à nos yeux à de simples *romans d'histoire naturelle* et si quelqu'une des idées qu'ils renferment venait à être confirmée par des travaux consciencieux, nous ne pourrions attribuer le mérite de la découverte qu'à ces derniers.

H. F.

Dr J. Nuesch. Die Nekrobiose in morphologischer Beziehung. Schaffhausen 1875.

Sous le titre de « Nekrobiose, » M. Nuesch vient de publier un travail qui lui a valu le grade de docteur de la part de la Faculté de philosophie de l'Université de Zurich.

Dans une brochure de 49 pages, M. Nuesch expose ses expériences et ses observations sur la formation et la reproduction de la cellule sur le développement des bactéries et de la levure dans les tissus des végétaux et des animaux lorsque ces tissus ne fonctionnent plus comme partie intégrante d'un organisme vivant.

L'auteur expose sur la constitution et sur la reproduction de la cellule des idées qui ne sont pas généralement admises ni par les histologues, ni par les physiologistes. Il considère les différentes couches concentriques, qui se forment

[1] Nous parlons ici de la seconde partie seulement du mémoire de M. Semper, et de tout le mémoire de M. Dohrn, à l'exception de ce qui est relatif aux Crustacés.

par différenciation du protoplasme d'une cellule végétale, comme autant de jeunes cellules enfermées les unes dans les autres.

Les bactéries que M. Nuesch a vu naître dans des cellules parfaitement closes de concombres, dont les tissus étaient morts par exposition dans l'eau, dans des solutions salines, des acides, des gaz, par des changements brusques de température, etc., doivent leur origine aux éléments morphologiques de la cellule. Celle-ci conserve, après la mort du tissu, une existence individuelle, une certaine autonomie, et ses éléments peuvent donner naissance à des organismes différents de celui d'où elle provient.

L'observation, et des expériences toujours très-difficiles à exécuter, peuvent seules démontrer ce qu'il y a de fondé dans les opinions émises par M. Nuesch.

J. B. S.

BOTANIQUE.

G. Planchon. Traité pratique de la détermination des drogues simples d'origine végétale. 2 vol. in-8°. Paris, 1875.

L'auteur, ayant à enseigner la botanique aux élèves de l'École supérieure de pharmacie de Paris, s'est proposé de leur offrir un résumé clair et méthodique des matières végétales employées dans la pharmacie française. Son ouvrage est divisé en deux parties. La première indique les plantes ou parties de plantes (feuilles, fleurs, racines, etc.), dont les caractères d'organisation peuvent être distingués à la vue simple ou au microscope ; la seconde traite des sucs et produits artificiels qu'on extrait des plantes. Dans la première partie il y a des chapitres séparés pour chacun des organes généraux, avec des subdivisions par familles naturelles et

espèces. Ainsi, au chapitre *fleurs*, on voit successivement celles des Renonculacées (pivoine), Papavéracées (coquelicot), Malvacées (mauve, althæa, rose trémière), etc., avec les caractères de formes, de nature physique ou chimique apparente, et souvent d'anatomie, qu'il est bon de connaître. Les planches, au nombre de 280, sont en noir, intercalées dans le texte, et donnent les caractères histologiques si importants dans certains cas. Nous avons remarqué plusieurs coupes de racines officinales dessinées sous le microscope. Des tables bien faites rendent l'ouvrage facile à consulter.

C.-B. Clarke. Commelynaceæ et cyrtandraceæ bengalenses. Un vol. in-folio, Calcutta, 1874.

Ce beau volume, dont il est arrivé probablement peu d'exemplaires en Europe, se compose essentiellement de planches lithographiques, en noir, excepté quelques-unes qui sont coloriées. Il y a 42 planches de Commelynacées et 51 de Cyrtandracées, en tout 93. Elles ont été faites par des dessinateurs indous, au jardin botanique de Calcutta, dont l'auteur a eu la direction pendant quelques années. Les analyses ne sont pas nombreuses, mais nous remarquons cependant pour les Commelynacées la représentation des graines, qui est importante vu leurs formes anguleuses, très-particulières dans cette famille. M. Clarke avait déjà publié un mémoire sur les Commelynacées dans le Journal de la Société linnéenne, vol. XI. La publication actuelle complète et modifie sur quelques points la précédente. Avec les travaux antérieurs de Hasskarl, il doit rester peu de chose à découvrir sur ce groupe d'une étendue limitée. Les Cyrtandracées se suivent dans l'ordre du Prodromus. Elles contiennent un genre nouveau *Bœica*, voisin du Bœa.

Le tilleul de Russie. (*Gardeners Chronicle* du 16 janvier 1875.)

On sait que les forêts de Russie contiennent une forte proportion de tilleuls, mais cela ne durera peut-être pas longtemps. Le *Gardeners Chronicle* nous apprend, en effet, d'après des documents russes, qu'on exploite cet arbre avec une grande imprévoyance pour faire, au moyen de son écorce, des nattes et des souliers. Les paysans la font macérer pour que le liber se détache, et avec celui-ci ils font des nattes qui s'emploient dans le pays ou s'exportent par Archangel, les ports de la Baltique et ceux de la mer Noire. La valeur de l'exportation s'est élevée, en 1871, à 296,951 roubles. Il faut pour obtenir ce produit des arbres de plus de 25 ans, mais pour les souliers ce sont de jeunes arbres de 5 à 10 ans que l'on emploie. A défaut de tilleuls, on se sert de jeunes bouleaux. Pour une seule paire de souliers quatre arbres de sept pieds de hauteur sont nécessaires, aussi les tilleuls sont-ils déjà détruits dans le gouvernement de Kostroma. On coupe chaque année environ 400 millions de jeunes tilleuls ou bouleaux dans différentes provinces de l'Empire, pour ce seul genre de fabrication.

FORMES
DU
PHYLLOXERA VASTATRIX A PREGNY

ERRATUM

A la Planche du numéro d'Août 1875.

Ayant remis le bon à tirer de la Planche parue dans le dernier numéro des *Archives*, à la veille de mon départ pour une absence de quelques jours, je ne me suis aperçu que trop tard du peu de soin qu'avait apporté l'imprimeur dans le tirage chromolithographique de mes figures. Je tiens donc à rectifier, si possible, par quelques mots, le désaccord complet qu'une reproduction mal faite et malheureusement déjà distribuée a amené entre ma description et mes dessins.

Souvent les tons roux des pattes, du suçoir et de quelques articles du tronc ont été remplacés, dans les figures 4 et 5, par une teinte verte parfaitement fausse; souvent aussi les yeux de l'insecte et les macules du renflement n'ont pas reçu la coloration rouge qui devait leur être dévolue. Enfin, des défauts constants de repérage donnent au dessin des contours doubles et confus.

Dr V. FATIO.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

Pendant le mois de AOUT 1875.

2, rosée le matin.

3, idem.

, dans la nuit du 3 au 4, à 2 $1/2^h$ du matin, orage avec éclairs et tonnerres, et accompagné d'une forte pluie.

, fort vent du S.-O. tout le jour.

, brouillard le matin jusqu'à 9 heures ; clair depuis 10 heures.

et 10, forte rosée le matin.

et 12, rosée le matin.

et 15, rosée le matin.

et 17, forte rosée le matin.

, 19 et 20, rosée le matin ; ciel très-clair du 14 au 20.

, de 4 $1/2^h$ à 5 $1/2^h$ du matin, éclairs et tonnerres, l'orage venant de la direction de l'ouest ; forte pluie depuis 4 $3/4^h$.

, forte rosée le matin.

, éclairs et tonnerres dans la nuit ; un second orage éclate au N.-O., à 6 heures du matin.

, léger brouillard jusqu'à 8 heures du matin ; clair depuis 10 heures.

, rosée le matin ; éclairs et tonnerres à l'E., de 7 à 8 heures du soir.

, à 6^h 45 du matin, éclairs et tonnerres à l'O. ; un second orage éclate à 5 $1/4^h$ du soir, et traverse la vallée du S. au N.

, à 1^h du matin, éclairs et tonnerres.

, rosée le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM

	mm
Le 2 à 8 h. matin	729,73
8 à 8 h. matin	729,65
11 à 8 h. matin	730,17
16 à 10 h. matin	734,16
21 à 8 h. matin	734,12
26 à 10 h. matin	731,95

MINIMUM.

	mm
Le 5 à 6 h. matin	718,0
9 à 6 soir..............	725,9
12 à 8 h. soir	725,8
19 à 6 h. soir	729,0
24 à 4 h. après midi	726,1
29 à 2 h. après midi... ..	725,1

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	cm
1	726,41	— 1,66	+20,10	+ 1,45	+15,1	+24,8	9,65	—1,10	576	—107	380	870	...	...	variable	0,16	—	—	212,0
2	728,95	+ 0,88	+17,01	— 1,60	+11,2	+22,1	9,05	—1,69	646	— 38	430	850	...	...	NNO. 1	0,03	20,8	+ 2,2	210,9
3	725,88	— 2,19	+17,66	— 0,91	+11,0	+22,9	10,51	—0,23	696	+ 11	560	870	...	...	N. 1	0,44	20,7	+ 2,1	209,3
4	720,78	— 7,29	+14,66	— 3,87	+13,5	+19,8	10,92	+0,19	897	+211	640	980	35,5	14	SSO. 1	1,00	19,3	+ 0,8	209,5
5	718,73	— 9,34	+12,84	— 5,68	+12,8	+14,9	8,78	—1,94	820	+133	730	840	2,3	5	SSO. 2	1,00	16,3	— 2,2	210,4
6	721,77	— 6,29	+12,09	— 6,36	+11,9	+14,0	9,50	—1,21	920	+232	770	980	25,7	17	SSO. 2	1,00	11,9	— 6,5	215,3
7	727,47	— 0,59	+16,27	— 2,13	+12,2	+23,1	11,77	+1,07	863	+174	610	960	1,6	3	NNE. 1	0,53	8,1	—10,3	218,7
8	728,74	+ 0,68	+17,84	— 0,51	+12,0	+23,6	12,24	+1,55	809	+119	570	1000	...	...	NNE. 1	0,26	—	—	219,0
9	726,68	— 1,38	+20,68	+ 2,38	+13,8	+26,9	12,03	+1,35	685	— 6	410	970	...	...	SSO. 1	0,44	18,7	+ 0,4	218,9
10	727,52	— 0,54	+21,18	+ 2,94	+14,1	+28,6	12,62	+1,95	685	— 8	430	910	...	...	SSO. 1	0,11	18,1	— 0,1	217,1
11	729,32	+ 1,27	+20,73	+ 2,55	+14,1	+26,1	13,03	+2,37	720	+ 25	470	890	...	...	N. 1	0,00	19,8	+ 1,6	216,4
12	726,90	— 1,15	+22,82	+ 4 70	+15,6	+30,5	13,47	+2,82	670	— 27	400	940	...	...	SSO. 2	0,40	19,8	+ 1,7	214,9
13	729,19	+ 1,14	+20,50	+ 2,44	+19,0	+24,3	12,31	+1,68	704	+ 5	580	730	0,3	2	SSO. 1	0,91	19,6	+ 1,5	215,9
14	731,71	+ 3,67	+19,71	+ 1,72	+15,1	+24,3	12,15	+1,54	723	+ 22	530	890	...	...	N. 1	0,09	18,3	+ 0,3	215,0
15	732,87	+ 4,83	+20,23	+ 2,31	+14,4	+25,7	13,37	+2,77	765	+ 62	570	900	...	...	N. 1	0,00	—	—	216,0
16	733,48	+ 5,45	+21,00	+ 3,15	+15,0	+26,4	14,90	+4,32	804	+ 99	560	930	...	...	N. 1	0,00	21,2	+ 3,4	216,0
17	733,12	+ 5,10	+21,88	+ 4,11	+16,2	+27,0	15,09	+4,53	774	+ 67	590	890	...	...	N. 1	0,01	21,0	+ 3,2	216,3
18	731,93	+ 3,92	+23,13	+ 5,44	+17,0	+31,8	15,74	+5,20	750	+ 41	530	920	...	...	NNE. 1	0,03	21,2	+ 3,5	216,7
19	730,40	+ 2,40	+24,48	+ 6,87	+17,2	+31,7	14,85	+4,33	663	— 48	440	900	...	...	SSO. 1	0,03	21,8	+ 4,2	218,0
20	730,79	+ 2,80	+23,85	+ 6,32	+16,5	+30,0	12,37	+1,87	586	—127	360	860	...	...	SSO. 1	0,43	22,1	+ 4,6	218,3
21	733,29	+ 5,32	+20,99	+ 3,54	+18,1	+25,0	14,12	+3,64	778	+ 63	610	880	...	...	NNE. 1	0,23	21,8	+ 4,3	220,5
22	730,27	+ 2,32	+19,71	+ 2,35	+16,9	+26,1	14,68	+4,22	874	+157	620	1000	15,9	5	SO. 1	0,90	—	—	221,0
23	728,21	+ 0,28	+18,10	+ 0,83	+15,6	+22,2	11,88	+1,44	786	+ 67	570	930	...	...	N. 1	0,19	22,1	+ 4,8	221,0
24	726,59	— 1,32	+19,08	+ 1,90	+12,6	+25,1	11,53	+1,11	704	— 17	500	950	...	...	SSO. 1	0,52	22,1	+ 4,9	220,2
25	728,76	+ 0,88	+18,33	+ 1,24	+14,8	+24,0	13,17	+2,77	845	+122	650	940	4,9	3	variable	0,48	19,9	+ 2,8	219,8
26	731,38	+ 3,53	+19,57	+ 2,58	+13,8	+25,2	14,81	+4,43	865	+140	650	990	...	...	N. 1	0,17	21,3	+ 4,3	218,6
27	730,96	+ 3,14	+21,63	+ 4,74	+14,7	+29,9	14,36	+4,00	750	+ 22	480	980	...	...	variable	0,20	21,5	+ 4,6	218,2
28	727,33	— 0,46	+19,56	+ 2,77	+15,8	+26,0	13,65	+3 32	813	+ 82	620	870	2,0	3	N. 1	0,72	20,2	+ 3,4	214,9
29	725,64	— 2,12	+17,18	+ 0,49	+13,0	+22,0	12,40	+2,10	872	+138	650	960	16,3	9	SSO. 1	0,99	—	—	217,0
30	728,91	+ 1,18	+16,09	— 0,50	+13,1	+19,9	9,64	—0,63	732	— 5	520	970	...	...	NNE. 1	0,67	17,2	+ 0,6	217,4
31	730,42	+ 2,72	+15,99	— 0,49	+10,3	+21,2	8,78	—1,46	665	— 75	460	900	...	...	variable	0,33	19,4	+ 2,9	217,2

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1875.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,29	725,61	725,51	725,27	725,07	725,01	724,94	725,23	725,56
2e »	731,29	731,41	731,41	731,09	730,64	730,41	730,20	730,64	731,13
3e »	729,67	729,85	729,84	729,41	728,84	728,51	728,68	729,31	729,58
Mois	728,78	728,99	728,95	728,61	728,21	727,99	727,96	728,42	728,78
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+13,70	+16,01	+18,11	+19,82	+21,00	+21,01	+19,83	+17,84	+16,19
2e »	+16,95	+21,12	+23,25	+25,05	+26,12	+26,56	+25,27	+22,76	+20,97
3e »	+15,07	+17,91	+20,28	+21,81	+22,71	+22,70	+20,90	+19,37	+18,03
Mois	+15,23	+18,33	+20,54	+22,21	+23,36	+23,40	+21,96	+19,97	+18,38
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	10,66	11,07	10,96	10,82	10,91	10,69	10,59	10,97	10,84
2e »	12,42	13,92	13,87	13,82	13,32	13,92	14,16	14,66	14,53
3e »	12,05	12,55	12,80	13,06	13,03	12,86	13,12	12,95	12,47
Mois	11,71	12,51	12,55	12,60	12,44	12,50	12,64	12,86	12,61
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	909	813	709	635	595	599	638	732	794
2e »	870	745	648	593	526	542	600	715	790
3e »	938	820	721	665	630	627	713	767	809
Mois	907	794	694	632	585	591	652	739	798

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+12,76	+22,07	0,50	+16,74	65,1	213,1
2e »	+16,01	+27,78	0,19	+20,53	0,3	216,3
3e »	+14,43	+24,24	0,49	+20,61	39,1	218,7
Mois	+14,40	+24,68	0,40	+19,39	104,5	216,1

Dans ce mois, l'air a été calme 2,2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,94 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 74°,1 O., et son intensité est égale à 16,66 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AOUT 1875.

Le 1, brouillard le soir.
3, pluie et brouillard le soir.
4, pluie, neige et brouillard tout le jour.
5, neige et brouillard tout le jour.
6, pluie, neige et brouillard tout le jour.
7, brouillard le matin.
12, de 6 à 7 heures du soir, violent orage accompagné de grêle.
14, brouillard par intervalles, forte bise.
21, brouillard le matin.
23, idem.
24, très-faible pluie le soir, brouillard à plusieurs reprises.
25, brouillard jusqu'à 4h après midi ; clair le soir.
28, pluie le soir.
29, idem.
30, pluie et brouillard tout le jour.
31, brouillard le matin et le soir ; forte bise.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 10 h. soir............	569,01	Le 5 à 8 h. matin..........	557,42
8 à 10 h. soir............	570,73	9 à 6 h. soir..	569,27
11 à 4 h. après midi......	573,70	13 à 8 h. matin..........	570,75
16 à 10 h. soir............	576,67	23 à 4 h. après midi......	568,34
26 à 10 h. soir............	574,49	29 à 6 h. soir............	566,42

SAINT-BERNARD. — AOUT 1875.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	567,36	— 1,52	566,86	567,94	+ 6,06	— 0,34	+ 4,4	+ 9,2	.....	.....	....	NE. 1	0,47
2	568,45	— 0,44	568,10	569,01	+ 6,54	+ 0,14	+ 3,0	+ 9,4	.....	.....	....	NE. 1	0,07
3	567,29	— 1,61	566,13	568,16	+ 7,14	+ 0,75	+ 3,8	+12,6	.....	8,6.	....	variable	0,70
4	560,49	— 8,41	559,03	561,90	+ 0,90	— 5,49	— 0,6	+ 4,4	.....	26,0.	...	NE. 1	1,00
5	558 35	—10,55	557,42	559,56	— 0,05	— 6,43	— 1,0	+ 2,0	..150	21,2.	....	NE. 1	1,00
6	561,13	— 7,77	558,83	563,80	+ 1,92	— 4,45	+ 1,0	+ 4,7	.....	10,4.	....	NE. 1	1,00
7	567,41	— 1,48	565,00	569,28	+ 5,06	— 1,29	+ 4,0	+ 7,8	.....	.....	....	NE. 1	0,38
8	570,25	+ 1,36	569.87	570,73	+ 9,46	+ 3,13	+ 4,2	+13,6	.....	.....	....	NE. 1	6,12
9	569,73	+ 0,85	569,27	570,09	+10,88	+ 4,57	+ 8,0	+14,2	....	.....	....	NE. 1	0,32
10	570,57	+ 1,70	569,39	571,79	+10,94	+ 4,66	+ 8,0	+15,0	.....	.....	....	NE. 1	0,17
11	572,95	+ 4,09	572,17	573,70	+12,50	+ 6,25	+ 8,6	+15,5	.....	.....	....	NE. 1	0,07
12	572,13	+ 3,28	571,33	572,78	+12,56	+ 6,34	+ 7,8	+17,0	.....	7,4.	....	SO. 1	0,31
13	571,28	+ 2,45	570,75	572,57	+ 9,17	+ 2,98	+ 6,2	+12,8	.....	.....	....	variable	0,88
14	572,48	+ 3,67	571,80	573,69	+ 8,90	+ 2,74	+ 7,2	+11,6	....	....	....	NE. 2	0,42
15	574,57	+ 5,78	573,75	575,56	+11,79	+ 5,67	+ 8,4	+15,0	.....	....	....	variable	0,10
16	576,07	+ 7,30	575,71	576,67	+12,61	+ 6,53	+ 9,9	+15,6	.....	.....	....	NE. 1	0,12
17	576,35	+ 7,60	576,24	576,53	+13,89	+ 7,85	+10,0	+17,2	.....	....	....	NE 1	0,10
18	575,66	+ 6,94	575,35	576,22	+13,51	+ 7,51	+10,5	+17,2	.....	.....	....	NE. 1	0,24
19	574,28	+ 5,59	573,66	574,91	+13,38	+ 7,43	+11,0	+16,4	.....	.....	....	SO. 1	0,17
20	574,02	+ 5,36	573,73	574,76	+12,18	+ 6,28	+10,4	+15,1	.....	.....	....	SO. 1	0,37
21	574,37	+ 5,74	574,23	574,49	+ 9,80	+ 2,95	+ 7,8	+12,8	.....	.....	....	NE. 1	0,26
22	571,50	+ 2,90	570,05	572,68	+ 8,17	+ 2,38	+ 6,1	+12,7	.....	19,0.	....	NE. 1	0,93
23	568,63	+ 0,07	568,35	569,24	+ 6,90	+ 1,17	+ 4,5	+ 8,8	.....	.....	....	NE. 1	0,32
24	568,79	+ 0,27	568,57	569,02	+ 7,10	+ 1,43	+ 5,9	+11,0	....	.....	....	NE. 1	0,77
25	570,68	+ 2,20	569,15	572,23	+ 7,45	+ 1,85	+ 4,7	+10,4	.....	.....	....	NE. 1	0,67
26	573,57	+ 5,13	572,36	574,49	+10,85	+ 5,32	+ 6,7	+13,7	.....	....	....	NE. 1	0,13
27	573,94	+ 5,54	573,47	574,30	+11,95	+ 6,49	+ 8,0	+15,2	.....	.....	....	SO. 1	0,30
28	570,20	+ 1,85	568,51	571,30	+ 9,46	+ 4,07	+ 7,2	+13,8	.....	8,2.	....	SO. 1	0,53
29	567,14	— 1,16	566,42	567,75	+ 6,47	+ 1,15	+ 3,5	+10,2	.....	12,0.	....	NE. 1	0,82
30	567,17	— 1,08	566,70	567,47	+ 1,10	— 4,14	+ 1,0	+ 2,8	.....	15,2.	....	NE. 1	1,00
31	568,78	+ 0,58	567,17	569,50	+ 0,68	— 4,48	+ 0,6	+ 4,0	.....	.....	....	NE. 2	0,68

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1875.

---

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	565,47	565,80	565,93	566,00	566,11	566,29	566,27	566,49	566,71
2e »	573,90	573,87	573,90	573,88	573,91	573,88	573,96	574,22	574,42
3e »	570,36	570,42	570,57	570,52	570,48	570,41	570,35	570,47	570,47
Mois	569,92	570,04	570,15	570,14	570,18	570,20	570,20	570,39	570,53
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 4,23	+ 6,75	+ 7,72	+ 8,64	+ 8,74	+ 7,69	+ 6,35	+ 5,11	+ 5,10
2e »	+ 9,20	+12,47	+13,88	+15,07	+15,09	+14,57	+13,09	+11,42	+11,04
3e »	+ 6,26	+ 8,20	+ 8,56	+ 9,85	+ 9,85	+ 8,80	+ 7,99	+ 7,17	+ 6,76
Mois	+ 6,55	+ 9,11	+10,01	+11,14	+11,18	+10,30	+ 9,11	+ 7,88	+ 7,61

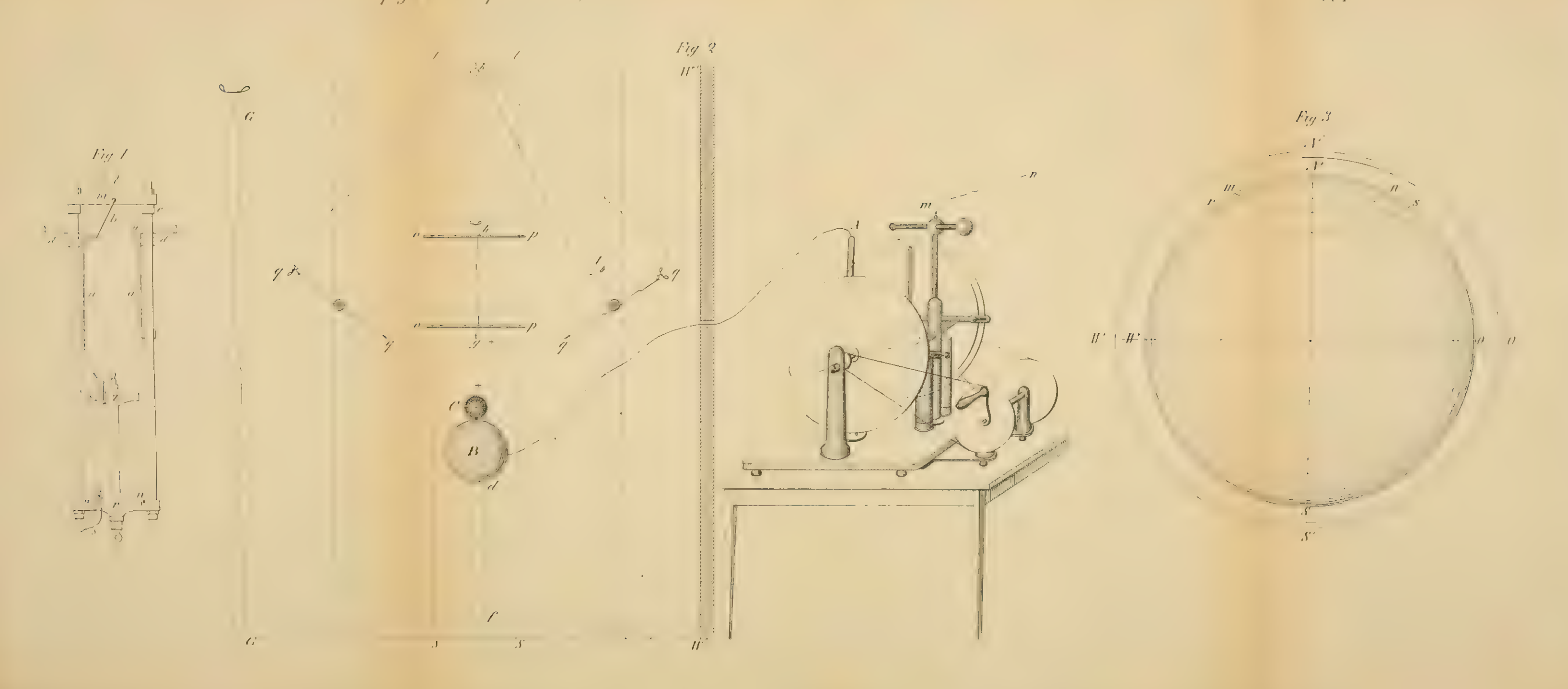
	Min. observé.*	Max. observé *	Clarté moyenne du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 3,48	+ 9,29	0,52	66,2	150
2e »	+ 9,00	+15,24	0,28	7,4	—
3e »	+ 5,09	+10,49	0,58	54,4	—
Mois	+ 5,83	+11,67	0,46	128,0	150

Dans ce mois, l'air a été calme 0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 3,66 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 62,01 sur 100.

* Voir la note du tableau.


Fig 1
Fig 2
Fig 3

NOTE

SUR LE

MOUVEMENT SIMULTANÉ D'UN PENDULE

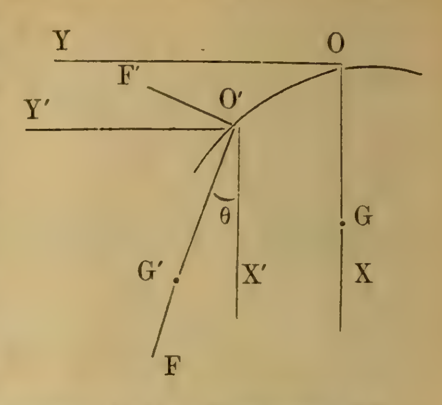
ET

DE SES SUPPORTS

Par M. CH. CELLÉRIER

La mesure de la gravité au moyen du pendule s'effectue, dans les observations modernes, avec une extrême précision; il doit être tenu compte de causes perturbatrices qui, dans d'autres phénomènes physiques, seraient de nulle importance. Parmi ces causes il en est une qui, à ce que nous croyons, n'a pas encore été étudiée et dont l'influence a pu affecter quelques-unes des mesures déjà faites : nous voulons parler de l'oscillation ou du balancement des supports du pendule, mouvement très-faible à la vérité dans un appareil bien construit, mais qui existe nécessairement. Sa petitesse permet, comme nous allons le voir, d'apprécier avec une grande exactitude l'accroissement qui en résulte pour la durée des oscillations du pendule, en supposant qu'on donne à ces dernières une faible amplitude, comme on le fait ordinairement.

Supposons que G soit le centre de gravité du pendule dans sa position d'équilibre, et menons le plan de la figure par ce point perpendiculairement au tranchant du couteau de suspension qui le coupe en O. Prenons pour axes de coordonnées fixes la verticale OGX et l'horizontale OY.



Admettons ensuite que le couteau se déplace parallèlement à lui-même par suite du mouvement du support et rencontre le plan de la figure au point variable O′ dont les coordonnées x_1, y_1, sont des fonctions du temps t. En même temps, G vient en G′ sans sortir du plan de la figure; l'angle θ est celui de O′ G′ avec la verticale, considéré comme positif du côté de O Y, négatif du côté opposé; nommons h la distance OG = O′G′, de sorte que les nouvelles coordonnées du centre de gravité soient $x_1 + h \cos \theta$, $y_1 + h \sin \theta$; désignons aussi par m la masse du pendule; nous pourrons lui appliquer les équations différentielles du mouvement d'un solide, savoir :

$$\Sigma \frac{d^2x}{dt^2} . dm = \Sigma X, \Sigma \frac{d^2y}{dt^2} . dm = \Sigma Y,$$

$$\Sigma \left(x \frac{d^2y}{dt^2} - y \frac{d^2x}{dt^2} \right) dm = \Sigma R.$$

Les sommes des premiers membres s'étendent à tous les éléments de masse dm du pendule; celles des seconds membres à toutes les composantes X, Y des forces qui

agissent sur lui, R étant le moment de chacune d'elles par rapport à un axe mené par O perpendiculairement au plan de la figure.

La pression du couteau sur le support se composant en grande partie du poids mg de l'appareil, nous représenterons ses composantes parallèles à OX, OY par $P + mg$ et Q; celles de l'action du support sur le pendule seront $-P - mg$ et $-Q$; son moment sera donc $y_1(P + mg) - x_1 Q$; la seule autre force dont on ait à tenir compte est le poids mg appliqué en G' et dont le moment est $-mg(y_1 + h \sin\theta)$; il en résulte :

$$\Sigma X = -P \qquad \Sigma Y = -Q$$
$$\Sigma R = y_1 P - x_1 Q - mgh \sin\theta$$

Multipliant les deux premières équations du mouvement par y_1, $-x_1$, et ajoutant à la 3me, on trouve :

$$\Sigma\left[(x - x_1)\frac{d^2y}{dt^2} - (y - y_1)\frac{d^2x}{dt^2}\right] dm = -mgh \sin\theta$$

En nommant x', y', les coordonnées de dm par rapport à des axes $O'X'$, $O'Y'$ parallèles aux anciens, on aura $x = x_1 + x'$, $y = y_1 + y'$, et l'équation pourra s'écrire :

$$\frac{d^2y_1}{dt^2}\Sigma x'\,dm - \frac{d^2x_1}{dt^2}\Sigma y'\,dm + \Sigma\left(x'\frac{d^2y'}{dt^2} - y'\frac{d^2x'}{dt^2}\right)dm$$
$$= -mgh \sin\theta.$$

Les coordonnées du centre de gravité par rapport aux nouveaux axes étant $h \cos\theta$, $h \sin\theta$, on aura $\Sigma x'\,dm = mh \cos.\,\theta$, $\Sigma y'\,dm = mh \sin\theta$, et en posant :

$$\mu' = mh\left[\sin\theta\,\frac{d^2x_1}{dt^2} - \cos\theta\,\frac{d^2y_1}{dt^2}\right]$$

l'équation deviendra :

$$\Sigma\left(x'\frac{d^2y}{dt^2} - y'\frac{d^2x'}{dt^2}\right)dm = -mgh \sin\theta + \mu'.$$

Nommant ensuite r la distance de l'élément dm au couteau, θ' l'angle qu'elle fait avec la verticale, r reste constante pendant le mouvement pour un même élément, et il en est de même de $\theta' - \theta$, de sorte que $\frac{d\theta'}{dt} = \frac{d\theta}{dt}$; on a $x' = r \cos \theta'$, $y' = r \sin \theta'$, $\frac{x'\,dy' - y'\,dx'}{dt} = r^2 \frac{d\theta'}{dt} = r^2 \frac{d\theta}{dt}$, et en différentiant,

$$\frac{x'\,d^2y' - y'\,d^2x'}{dt^2} = r^2 \frac{d^2\theta}{dt^2};$$

en nommant C le moment d'inertie du pendule par rapport au couteau, on aura $\Sigma\, r^2 dm = C$, et l'équation prendra la forme :

$$C \frac{d^2\theta}{dt^2} = - mgh \sin \theta + \mu'.$$

En posant $l = \frac{C}{mh}$, on pourra l'écrire :

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = - \frac{g}{l} \sin \theta + \frac{\mu'}{mhl}.$$

Cette équation coïncide avec celle qui se trouve au § 4 d'un mémoire sur le pendule inséré dans les Mémoires de la Société de Physique de Genève, t. XVIII, 2me partie. Le nombre μ' est supposé très-petit, fonction du temps, et dû à une action troublante quelconque. Nous ne répéterons pas ici les calculs, basés sur la méthode de la variation des constantes arbitraires, par lesquels on trouve l'altération correspondante de la durée d'oscillation et de l'amplitude, et nous nous bornerons à définir les lettres employées : α est à chaque instant l'amplitude du mouvement qui se réaliserait si l'action troublante venait à cesser; φ est un angle défini par l'équa-

tion $\cos\theta = \cos\alpha \cos^2\varphi + \sin^2\varphi$, de sorte qu'il croît de o à π pendant une oscillation : u représente $\frac{\mu'}{2mg \sin\frac{1}{2}\alpha}$; si l'on nomme δ l'accroissement relatif de la durée d'oscillation de sorte qu'elle soit augmentée dans le rapport de 1 à $1 + \delta$, et α_1 la diminution de l'amplitude pendant une oscillation, on trouve :

$$\delta = \frac{1}{\pi h}\int_o^\pi u \cos\varphi \, d\varphi, \qquad \alpha_1 = \frac{2}{h}\int_o^\pi u \operatorname{tang}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \sin\varphi \, d\varphi,$$

en négligeant les termes de l'ordre de μ'^2.

En substituant les valeurs de μ' et de u, il en résulte, dans le cas actuel :

$$\delta = \frac{1}{2\pi g}\int_o^\pi \left[\sin\theta \frac{d^2 x_1}{dt^2} - \cos\theta \frac{d^2 y_1}{dt^2}\right] \cdot \frac{\cos\varphi}{\sin\frac{1}{2}\alpha} \cdot d\varphi.$$

Dans cette formule il faut substituer les valeurs de x_1, y_1 en fonction du temps, et pour cela chercher le vrai mouvement du point O′, mouvement dû à la pression du pendule sur le support.

Pour cela reprenons les deux premières équations du mouvement, savoir :

$$\Sigma \frac{d^2 x}{dt^2} dm = \Sigma X = -P, \qquad \Sigma \frac{d^2 y}{dt^2} \cdot dm = -Q;$$

les coordonnées du centre de gravité par rapport aux axes fixes étant $x_1 + h\cos\theta$, $y_1 + h\sin\theta$, ces équations pourront s'écrire :

$$P = -m \frac{d^2 . (x_1 + h\cos\theta)}{dt^2}, \qquad Q = -m \frac{d^2 . (y_1 + h\sin\theta)}{dt^2}$$

Ces valeurs des pressions P et Q ne sont point très-petites tandis que le balancement des supports, ou le mouvement d'O′, qui leur est uniquement dû, est imperceptible. Elles n'entrent donc dans les valeurs rigoureuses de x_1, y_1 qui s'en déduiraient, qu'affectées de

très-faibles coefficients; par suite, dans P et Q elles-mêmes nous devons négliger x_1, y_1 ou les termes de l'ordre de l'action troublante, qui n'en produiraient dans δ que de l'ordre du carré de cette action. Nous aurons donc simplement :

$$P = -mh \frac{d^2.(\cos\theta)}{dt^2} = F\cos\theta - F'\sin\theta.$$

$$Q = -mh \frac{d^2.(\sin\theta)}{dt^2} = F\sin\theta + F'\cos\theta.$$

en posant :

$$F = mh\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2, \quad F' = -mh\frac{d^2\theta}{dt^2}.$$

On voit que P et Q pourraient être remplacées par deux forces F, F', dirigées, la première suivant O'G', la seconde à angle droit; la première est évidemment la force centrifuge. Dans les expressions de F, F' nous devons considérer le mouvement comme non troublé, et substituer en conséquence :

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l}\sin\theta, \quad \left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{2g}{l}(\cos\theta - \cos\alpha),$$

d'où résulte que la première devient maxima pour $\theta = o$, la seconde pour $\theta = \alpha$, ces valeurs maxima étant $\frac{mgh}{l}$.

$$4\sin^2\frac{\alpha}{2}, \quad \frac{mgh}{l}\sin\alpha, \text{ ou sensiblement } \frac{mgh}{l}\alpha^2, \ \frac{mgh}{l}\alpha;$$

la seconde est donc beaucoup plus grande, et par suite la pression est plus énergique dans le sens horizontal. Le mouvement du support, par suite de cette circonstance, devrait déjà être plutôt horizontal que vertical, et on verra en outre qu'il doit être considéré comme uniquement horizontal et rectiligne, parce que la courbe OO' doit être symétrique de part et d'autre de O, et par suite

tangente à OY; or elle peut, dans une très-petite étendue, être confondue avec la tangente. Nous devrons donc, dans la valeur de δ, négliger $\frac{d^2 x_1}{dt^2}$ qui a d'ailleurs un faible coefficient sin θ.

Le mouvement du support est alors dû uniquement à la force horizontale Q; or on sait que, si celle-ci était constante, la déviation qui en résulterait pour le point O lui serait proportionnelle, de sorte qu'on aurait $y_1 = KQ$, K étant une constante; il en serait du moins ainsi après que le solide élastique formant le support aurait pris sa position d'équilibre. On peut dire que KQ est la valeur statique de l'écart y_1, mais il ne s'ensuit pas que ce soit sa valeur dynamique, ou qu'il soit encore égal à KQ quand Q est variable; on peut seulement conjecturer qu'il en est à peu près ainsi quand Q varie très-lentement. Nous allons cependant achever le calcul de δ dans cette hypothèse, et nous vérifierons ensuite que l'erreur dont elle peut être affectée est complétement négligeable. La valeur exacte de Q est :

$$Q = \frac{2\,gmh}{l}(\cos\theta - \cos\alpha)\sin\theta + \frac{mgh}{l}\sin\theta\cos\theta$$
$$= \frac{mgh}{l}\,(\theta + \text{etc.}),$$

les termes suivants étant très-petits de l'ordre α^3 ou θ^3; on doit substituer dans la valeur de δ, $y_1 = KQ$, d'où

$$\frac{d^2 y_1}{dt^2} = K\frac{d^2 Q}{dt^2} = \frac{mgh\,K}{l}\left(\frac{d^2\theta}{dt^2} + \text{etc.}\right)$$
$$= \frac{K\,mgh}{l}\left(-\frac{g}{l}\sin\theta + \text{etc.}\right).$$

Or, de la relation $\cos\theta = \cos\alpha\cos^2\varphi + \sin^2\varphi$, on tire :

$$\sin\theta = 2\sin\tfrac{1}{2}\alpha.\cos\varphi\sqrt{1 - \sin^2\tfrac{1}{2}\alpha.\cos^2\varphi},$$

et en supposant que α ne dépasse pas 2°, le radical précédent peut être remplacé par l'unité, l'erreur relative ne dépassant pas $\frac{1}{6000}$; on aura ainsi, en n'ayant égard qu'au premier terme de la série :

$$\frac{d^2 y_1}{dt^2} = -\frac{2\,\mathrm{K}\,mg^2h}{l^2}\sin\tfrac{1}{2}\alpha\cos\varphi,$$

d'où résulte, en remplaçant de même $\cos\theta$ par 1,

$$\delta = \frac{\mathrm{K}\,mhg}{\pi\, l^2}\int_0^\pi \cos^2\varphi\,.\,d\varphi = \frac{\mathrm{K}\,mgh}{2l^2}.$$

On voit qu'en ne conservant dans le calcul que les termes principaux, tous les éléments de l'intégrale relative à φ se trouvent de même signe; par suite, l'influence des termes négligés, qui par rapport à ceux-là sont de l'ordre de θ^2, est tout à fait insignifiante. Il n'en est plus de même pour la valeur de α_1, car, en y répétant les mêmes substitutions, l'intégrale serait remplacée par :

$$\int_0^\pi \cos\varphi\sin\varphi d\varphi \text{ ou } o;$$

les termes négligés subsisteraient seuls, et l'expression contient de plus tang $\frac{1}{2}\alpha$ comme facteur. On peut en conclure que l'influence du balancement des supports sur la variation de l'amplitude est insensible.

Il reste à apprécier l'erreur provenant de l'hypothèse que $y_1 = \mathrm{KQ}$, ou à vérifier que les termes à ajouter, pour avoir la valeur exacte de y_1, sont très-petits par rapport à KQ.

La fonction du temps représentée par Q, étant périodique, peut être exprimée par une somme de termes de la forme :

$$\mathrm{Q} = \Sigma\,\gamma\cos(\rho t + \rho'),$$

dans laquelle γ, ρ, ρ', sont des constantes ayant des valeurs particulières pour chaque terme de Σ. Mais cette

fonction présente une particularité importante. Le terme principal de Q est, comme on l'a vu :

$$\frac{mgh}{l}\sin\theta \quad \text{ou} \quad \frac{2\,mgh}{l}\sin\tfrac{1}{2}\,\alpha\cos\varphi.$$

De plus on a, d'après le mémoire déjà cité, en négligeant l'action troublante :

$$d\varphi = \sqrt{\frac{g}{l}}\sqrt{1-\sin^2\tfrac{1}{2}\,\alpha\cos^2\varphi.}\;\; dt,$$

ou, avec grande approximation, $\varphi = \sqrt{\frac{g}{l}}\,.\,t + \text{const.}$ et par suite :

$$Q = \frac{2\,mgh}{l}\sin\tfrac{1}{2}\,\alpha.\cos.(\rho t + \rho')$$

en posant $\rho = \sqrt{\frac{g}{l}}$; c'est-à-dire que la somme désignée Σ se réduit presque à ce terme unique, les autres ayant des coefficients beaucoup plus petits.

Pour calculer le mouvement du support, nous devons lui attribuer en premier lieu une forme arbitraire; nous verrons ensuite comment le résultat peut s'étendre à d'autres cas.

Nous supposerons que le corps élastique dont il s'agit ait la forme d'un cylindre ou prisme horizontal, appuyé en A contre un plan fixe vertical, de longueur AO $= c$, et sur lequel agit en O la force Q, normalement à sa face terminale. Chaque section MM a alors un mouvement commun à tous ses points. En nommant z la distance AM dans l'état d'équilibre, et $z + v$ ce qu'elle devient dans l'état de mouvement, quand la section est en M'M', v

sera une fonction des deux variables z et t, satisfaisant l'équation aux différences partielles

$$\frac{d^2 v}{dt^2} = n^2 \frac{d^2 v}{dz^2},$$

où n est une constante, représentant la vitesse de propagation des vibrations longitudinales; on devra avoir en outre, quel que soit t, $v = o$ pour $z = o$, le plan A étant fixe, et en outre la pression sur chaque tranche étant proportionnelle à $\frac{dv}{dz}$, il faudra supposer aussi

$$\frac{dv}{dz} = a\,Q \quad \text{pour} \quad z = c,$$

a étant une constante.

En substituant $Q = \Sigma\, \gamma \cos(\rho t + \rho')$, on satisfera à toutes ces conditions par la valeur particulière $v = v'$, en posant :

$$v' = \Sigma \frac{\gamma a n}{\rho} \cdot \frac{\cos(\rho t + \rho') \sin\left(\frac{\rho z}{n}\right)}{\cos\left(\frac{\rho c}{n}\right)},$$

et par suite pour un mouvement quelconque, en nommant v'' la différence $v - v'$, il faudra qu'on ait

$$\frac{d^2 v''}{dt^2} = n^2 \frac{d^2 v''}{dz^2}, \quad v'' = o \text{ pour } z = o,$$

$$\frac{d\,v''}{dz} = o \text{ pour } z = c.$$

Ainsi le mouvement sera la somme algébrique de ceux qui seraient représentés par $v = v'$, $v = v''$; or ce dernier est celui du corps élastique écarté de sa position d'équilibre et livré à lui-même sans qu'il agisse sur lui aucune pression; c'est donc un simple mouvement vibratoire très-rapide, et ses vibrations, malgré la fixité attribuée au plan A, se disperseraient dans le sol; le seul

mouvement persistant est donc rigoureusement représenté par la formule $v = v'$.

Si $\frac{\rho c}{n}$ et par suite $\frac{\rho z}{n}$ est très-petit et cela pour tous les termes de la somme Σ, en substituant $\sin \frac{\rho z}{n} = \frac{\rho z}{n}$, $\cos \frac{\rho c}{n} = 1$, on aura à très-peu près :

$$v' = a\, z\, \Sigma\, \gamma \cos(\rho t + \rho'') = z\, a\, Q,$$

et en particulier au point O, v' étant au signe près le même que y_1, on aura $z = c$ et $y_1 = a\,c\,Q$; cela ayant lieu d'autant plus exactement que les valeurs de ρ sont plus petites, ou les changements de Q plus lents, on peut en conclure que $a\,c = K$, K correspondant à la valeur statique de l'écart.

Or, pour le terme principal de Q, on a $\rho = \sqrt{\frac{g}{l}}$, ou nommant T la durée d'oscillation du pendule,

$$\rho = \frac{\pi}{T}, \quad \frac{\rho c}{n} = \frac{\pi c}{n T};$$

ici n T, ou l'espace parcouru par le son pendant le temps T, est incomparablement plus grand que la longueur c du support; le résultat ci-dessus est donc très-exact, et l'on peut supposer $y_1 = K\,Q$.

On trouverait, sauf la complication plus grande du calcul, qu'il en est encore de même en assimilant les supports à deux prismes ou cylindres verticaux ayant par suite un mouvement transversal et non longitudinal.

Pour étendre ce résultat au cas général, il nous faut rappeler la marche que l'on suivrait pour intégrer les équations du mouvement vibratoire. En nommant x, y les coordonnées d'un point quelconque dans l'état d'équi-

libre, et $x + u$, $y + v$ ce qu'elles deviennent dans celui de mouvement, les équations ont la forme :

$$\frac{d^2u}{dt^2} = \mathrm{U}, \qquad \frac{d^2v}{dt^2} = \mathrm{V},$$

U et V étant fonctions linéaires des diverses dérivées partielles de u, v par rapport à x et y. Quant aux conditions relatives aux surfaces, il faut qu'on ait $u = o$, $v = o$ aux points où elles sont fixes, que la pression soit nulle aux points où elles sont libres, et qu'elle soit égale à Q aux points où cette force agit ; ces pressions dépendent d'ailleurs des dérivées du premier ordre de u et v. Toutes ces conditions seraient satisfaites par des expressions de la forme :

$$u = u' = \Sigma\, p \cos(\rho t + \rho'), \quad v = v =' \Sigma\, q \cos(\rho t + \rho'),$$

les divers termes des sommes Σ correspondant à ceux dont se compose Q, et p, q étant des fonctions de x, y, déterminées par des équations différentielles ordinaires. Pour toute autre solution des équations, en posant $u - u' = u''$, $v - v' = v''$, on verrait que u'', v'' devraient satisfaire les mêmes conditions, sauf que la force Q n'agirait plus nulle part ; il en résulterait, comme on l'a vu plus haut, que le mouvement représenté par $u = u'$, $v = v'$ subsisterait seul. Nous n'en devons pas moins mentionner la forme qu'auraient u'', v'', car c'est d'elle que dépend la propriété cherchée. On les trouverait en assimilant u'', v'' à une suite de termes de la forme $\Sigma\,(\mathrm{S} \cos st + \mathrm{S}' \sin st)$, où s est une constante, et S, S′ des fonctions de x, y ; celles-ci seraient alors assujetties à satisfaire des équations différentielles linéaires ; et pour chaque terme de la somme Σ elles contiendraient des cosinus, sinus, ou exponentielles portant sur des expressions de la forme $s\beta x$,

$s\beta y$, où β serait une constante absolue. Dans les conditions relatives aux limites, x, y se trouveraient remplacées par diverses dimensions c, c', c'' du corps, et il en résulterait une équation transcendante déterminant les diverses valeurs de s, en général en nombre infini. Les expressions $\cos s\beta c$, $\cos s\beta c'$, etc., qui s'y trouvent, changeant de signe quand s varie, de manière que $s\beta c$ ou $s\beta c'$.. augmentent de π, il y aura en général au moins une racine s pour laquelle ces produits $s\beta c$.. seront plus petits que 2π ou d'un ordre de grandeur peu supérieur. Supposons maintenant que dans Q les diverses valeurs de ρ soient beaucoup plus petites que toutes celles de s, ou que la durée T de l'oscillation du pendule soit très-grande en comparaison de celle des vibrations naturelles du support. Alors, la constante s étant remplacée par ρ, il arrivera que les valeurs de $\rho\beta x$, $\rho\beta y$, qui entrent dans p et q sous les signes cosinus et sinus, à la place de $s\beta x$, $s\beta y$, seront de très-petits nombres, et l'on pourra remplacer les cosinus et les exponentielles par le premier terme de leur développement; mais alors la forme de p et q sera la même que si ρ était infiniment petit ou Q sensiblement constante; les valeurs qui en résultent pour u' et v' doivent donc reproduire celles de l'état statique, et en particulier au point O on devra avoir $v = \mathrm{KQ}$.

De ce qui précède résulte que la valeur trouvée pour δ doit être regardée comme très-exacte, quelle que soit la forme des supports. Pour la traduire en nombre, on doit faire sur l'appareil une observation, en faisant agir au point O du support une force horizontale de valeur connue p, et mesurant au micromètre la déviation ε qu'elle produit; on aura alors $\mathrm{K} = \frac{\varepsilon}{p}$; en substituant cette valeur dans celle

de δ et nommant en outre p' le poids mg du pendule, on trouvera :

$$\delta = \frac{1}{2} \cdot \frac{\varepsilon}{l} \cdot \frac{h}{l} \cdot \frac{p'}{p}.$$

expression où n'entrent que des rapports abstraits. En supposant, par exemple, que la force p soit égale au poids même du pendule, et qu'on ait en mètres $l = 1$, $h = \frac{2}{3}$, on trouvera $\delta = \frac{1}{3} . \varepsilon$, et l'erreur relative qui résulterait de celle-là pour la valeur de g serait $\frac{2}{3}\varepsilon$. Pour qu'elle n'affectât pas la quatrième décimale de g, il faudrait qu'on eût :

$$\frac{2}{3}\varepsilon < \frac{1}{100000}, \quad \varepsilon < 0^{mm},015.$$

CONTRIBUTIONS

A

L'ÉTUDE DES BACTÉRIES

PAR

M. J.-B. SCHNETZLER, prof.

Depuis quelques années on a beaucoup parlé et écrit sur les petits organismes connus sous le nom de *bactéries*. En 1830 Ehrenberg établit le genre *Bacterium* avec des organismes faisant partie de ses *Infusoria polygastrica anentera*. Dujardin, dans son histoire naturelle des Zoophytes (1841), place également les bactéries dans le règne animal « comme une famille à part dont on ne voit guère le rapport avec les autres familles. » Le professeur Ferd. Cohn de Breslau, auquel nous devons des études très-approfondies sur les organismes qui nous occupent, les regarde comme des végétaux (1854), et Nägeli les place à côté des champignons dans un groupe à part, sous le nom de *Schizomycetes* que De Barry range dans le voisinage des Oscillariées.

On comprend fort bien les divergences d'opinion sur la nature, la structure et le développement des bactéries, en se rappelant qu'elles se trouvent à la limite de la vision microscopique atteinte aujourd'hui à l'aide des meilleurs instruments. Cohn établit six genres dans le

groupe des Schizomycetes de Nägeli : 1° *Micrococcus*, globules sphériques et ovoïdes; 2° *Bacterium*, bâtonnets courts cylindriques ou légèrement courbés ; 3° *Baccillus*, bâtonnets allongés, formant quelquefois des filaments droits ; 4° *Vibrio*, corpuscules allongés, arrondis, ondulés ou tournés en courtes spirales ; 5° *Spirillum*, corps allongé en spirale raide, terminée en minces filaments ; 6° *Spirochœte*, longues spirales flexibles.

Dans les observations suivantes il ne sera question que des deux premiers genres de Cohn.

L'organisation des bactéries présente une simplicité extraordinaire. Ce sont des globules ou des baguettes de protoplasma dans une enveloppe résistante aux alcalis. Les mouvements qu'on observe chez ces petits organismes sont dus à des forces qui deviennent actives dans leur protoplasma.

La reproduction se fait par fissiparité, c'est-à-dire par division transversale de la cellule primitive qui forme ces organismes.

On comprend facilement que ces organismes infiniment petits et se multipliant avec une grande rapidité, se trouvent à peu près partout. L'air et l'eau renferment presque toujours des germes de bactéries.

En 1863 l'attention fut attirée sur les bactéries par les observations de Davaine qui les avait trouvées dans le sang des animaux frappés de la maladie connue sous le nom de sang de rate. Le sang de ces animaux injecté dans celui d'animaux sains, leur transmettait la même maladie. Les bactéries s'étaient reproduites en grand nombre.

Dans la Diphteris on trouve des bactéries globuleuses (Kugelbacterien); ce qui explique la facile transmission

de cette maladie, dont la guérison s'opère quelquefois par les reins qui éliminent les bactéries (Cohn).

On s'est naturellement demandé si les bactéries étaient dans ces maladies la cause ou l'effet; question qui n'est pas encore suffisamment éclaircie.

Quant à l'origine des bactéries, les partisans de la génération spontanée les font naître de toute pièce des matières azotées en décomposition. W. Thompson admet la possibilité de leur origine cosmique dans les poussières météoriques (Réunion de l'association britannique à Édimbourg, 1871). Le Dr Polotelnow les fait dériver du Penicillium glaucum (1869)[1].

1° *Matières dans lesquelles j'ai observé des bactéries.*

Au printemps 1875 j'observai sous le microscope le dépôt d'un blanc jaunâtre provenant d'une eau sulfureuse des mines de Bex. Ce dépôt renfermait outre une Oscillariée décrite sous le nom de Sulfuraire (Beggiatoa nivea) une grande quantité de bactéries qui se meuvent et qui vivent dans une eau tenant en solution de l'hydrogène sulfuré. Béchamp (Compte rendu de l'Académie des Sciences, t. 76, p. 1484) regarde l'oscillariée en question comme un Microzyma moniliforme qui se désagrége en bactéries et en corpuscules semblables à ceux de Cornalia. Je n'ai jamais pu observer cette transformation. J'ai observé ces mêmes bactéries dans un dépôt ferrugineux provenant également des mines de Bex.

Certaines eaux de Lausanne sont réputées contribuer

[1] M. Nuesch a observé la formation de bactéries dans l'intérieur de cellules de concombres; il croit qu'elles proviennent du contenu de la cellule. Die Nekrobiose, etc., von Dr Nuesch.

à la production du typhus qui règne souvent dans quelques quartiers. En examinant le résidu provenant de la concentration d'une dizaine de litres de cette eau, on y trouve une quantité très-considérable de bactéries. J'ai trouvé ces mêmes organismes dans du lait de vache dont l'usage paraissait avoir produit le typhus chez plusieurs enfants d'une même famille.

Du limon pris à 40 mètres et plus de profondeur dans le lac Léman renfermait de nombreuses bactéries. Il y a quelques années que les perches du lac Léman mouraient par milliers. On attribuait cette mortalité d'abord à un ver parasite qui se trouvait souvent dans le foie de ces poissons. Le sang de toutes les perches mortes que j'ai examinées m'a fait voir de nombreuses bactéries. Ce fait a été plus tard confirmé par MM. Forel et du Plessis.

Pendant une phase de la maladie de la muqueuse nasale, connue sous le nom de coryza, il se sécrète un liquide aqueux légèrement opalin. Ce liquide examiné tout frais avec un grossissement de 750, système d'immersion de Hartnack, m'a fait voir des bactéries en grand nombre et se mouvant fort vivement. En laissant évaporer sur le porte-objet une goutte de ce liquide, on obtient une cristallisation arborescente de sel ammoniac qui ne gêne en rien la vie des bactéries [1]. Eberth a trouvé ces mêmes organismes dans la sueur.

De l'urine exposée pendant quelques jours à l'air, renferme une grande quantité de bactéries en forme de baguettes et de globules. A un moment donné, l'urine renferme des bactéries sans champignons et algues.

[1] La présence des bactéries dans le liquide du coryza explique la transmission de cette maladie.

Lorsqu'on examine de l'urine qui par une température de 10° C. est restée exposée à l'air pendant 24 heures et qui ne présente encore aucune trace de putréfaction, on y trouve déjà de nombreuses bactéries. Ce fait a un certain intérêt, car il prouve que la présence des bactéries précède ici la putréfaction.

2° *Résistance que présentent les bactéries à différentes substances antiseptiques.*

Une solution concentrée de borax qui tue rapidement des infusoires, des spores d'algues, des spores de Penicillium, de Mucor, etc., n'empêche pas les bactéries de se mouvoir pendant plusieurs jours. Cependant, lorsqu'on dissout du borax dans de l'urine fraîche qu'on laisse exposée à l'air, ce liquide, si facilement putrescible, reste limpide sans répandre l'odeur qui caractérise la putréfaction. Les bactéries qui y tombent de l'air ne se multiplient pas et se trouvent au fond du liquide avec l'excès de borax et du mucus coagulé.

Lorsqu'on ajoute 2 °/₀ de phénol à de l'urine de 24 heures qui renferme des bactéries en mouvement, celles-ci ne sont pas tuées; mais elles ne se multiplient pas et l'urine n'entre pas en putréfaction.

L'acide salycilique produit le même effet, tandis que l'acide borique agit plus faiblement.

Le mouvement des bactéries continue même dans une goutte d'urine à laquelle on ajoute de la teinture alcoolique d'iode.

Dans l'alcool du commerce tout mouvement cesse. Des bactéries desséchées pendant quinze jours ressuscitent lorsqu'on les plonge dans de l'eau.

Dans les mouvements dont nous parlons ici il ne faut pas confondre de simples mouvements moléculaires avec le mouvement de translation des bactéries ; mais lorsqu'on voit ces dernières se mouvoir encore en présence de la teinture d'iode, on se demande si ce mouvement est réellement une manifestation de la vie. Quoi qu'il en soit, nous voyons que les bactéries sont probablement les organismes les plus difficiles à tuer. La diffusion produite par l'influence du milieu ambiant doit être entravée par leur enveloppe.

3° *Expériences faites sur des grenouilles (Rana temporaria) avec des liquides contenant des bactéries.*

Cinq centimètres cubes de l'eau sulfureuse déjà mentionnée, contenant un grand nombre de bactéries, furent injectés sous la peau du dos d'une grenouille. Celle-ci ne souffre aucunement de cette opération et elle continue à vivre.

La même grenouille reçoit au bout de huit jours cinq centimètres cubes d'urine exposée à l'air pendant quatre jours et renfermant de nombreuses bactéries. Au bout de deux jours cette grenouille ne nage plus ; lorsqu'on la pince, elle ne montre que des mouvements réflexes ; puis elle se décolore et meurt. Le sang extrait des différentes parties de son corps est gorgé de bactéries qui nagent vivement ; ce sont des bactéries globuleuses et en baguettes comme celles de l'urine injectée. Les globules sanguins sont granuleux et plus ou moins déformés. Le plasma contient des paquets de bactéries entourés d'une matière gélatineuse. Le sang du cœur renferme surtout des bactéries en baguettes. Le cœur a cessé ses

battements, mais les cellules de la muqueuse buccale présentent un vif mouvement ciliaire qui continue pendant plusieurs heures après la mort.

Pour examiner l'influence du milieu dans lequel se trouvent les bactéries, on injecte à une autre grenouille 5 centimètres cubes d'urine de 24 heures qui renferme des bactéries, mais qui ne présente pas encore les symptômes de la putréfaction. Trois jours après cette grenouille est encore en vie. Le sang tiré de sa jambe renferme des bactéries, mais en moins grand nombre que dans le cas précédent. Cette grenouille meurt au bout de quatre jours.

Une troisième grenouille reçoit par injection souscutanée cinq centimètres cubes d'urine fraîche d'une température de 30°. Elle meurt une demi-heure après l'opération et présente pendant deux jours une rigidité cadavérique frappante. Il faut ici ajouter que la grenouille en question était affaiblie par un jeûne prolongé.

En examinant les bactéries du sang des grenouilles mortes à la suite de l'injection de l'urine de quatre jours et de 24 heures, je n'ai pas pu constater de différences entre celles du sang et celles du liquide injecté : c'étaient les mêmes que j'avais trouvées dans l'eau sulfureuse. Cependant ces dernières n'ont pas produit la mort, tandis que les bactéries de l'urine se sont d'autant plus fortement multipliées que le liquide qui les renfermait se trouvait dans un état de décomposition plus avancé. L'animal a vécu deux fois plus longtemps avec les bactéries de l'urine de 24 heures qu'avec celles de l'urine de quatre jours. La mort rapide de la troisième grenouille était due probablement à un changement brusque de température. L'action exercée sur l'organisme par les bactéries paraît

donc beaucoup dépendre du liquide par lequel elles y parviennent, de même que de celui dans lequel elles arrivent. Les bactéries injectées avec de l'eau sulfureuse ne se sont guère multipliées dans le sang d'une grenouille et n'ont pas produit la mort, tandis que celles nageant dans l'urine qui commençait à se putréfier se sont multipliées très-fortement et ont produit la mort.

Nous avons dans l'eau et dans l'air des millions de bactéries; nous les trouvons en grand nombre dans le mucus buccal, dans le liquide sécrété pendant le coryza, dans la sueur, etc., sans que leur présence produise des phénomènes morbides bien graves; mais lorsque ces mêmes bactéries arrivent dans le sang par de l'eau qui contient des matières organiques azotées qui se décomposent facilement, qu'elles tombent dans une plaie où les matières azotées du sang favorisent leur reproduction, elles se multiplient rapidement, surtout sous l'influence de la chaleur; elles réagissent en se nourrissant et en se multipliant sur la matière ambiante dont elles hâtent la métamorphose souvent au détriment de la vie de l'organisme dont cette matière fait partie.

SESSION EXTRAORDINAIRE

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

A

GENÈVE ET CHAMONIX

EN 1875

La Société géologique de France, outre ses séances ordinaires à Paris, se réunit encore chaque année, dans une session extraordinaire, en province ou à l'étranger. Cette année, Genève et Chamonix avaient été choisis comme lieu de réunion. La Société décida en outre que le premier jour de la session, le 28 août, serait consacré à étudier, aux environs de Chambéry, les étages supérieurs de la formation jurassique. M. L. Pillet, président de l'Académie de Savoie, qui vient de publier un beau mémoire sur ces mêmes couches, conduisit la Société tout d'abord aux carrières inférieures de Lémenc, colline située tout près de Chambéry et célèbre par les discussions et dissertations géologiques nombreuses auxquelles elle a donné lieu. Ces carrières sont remplies de fossiles, surtout d'Ammonites, parmi lesquels on peut citer l'*Ammonites tenuilobatus*, *Ammonites Frotho*, *Ammonites compsus*, *Ammonites polyplocus*, le *Waldheimia humeralis*, espèce bien intéressante à retrouver là, et enfin le *Collyrites ca-*

rinata. Ces fossiles sont très-caractéristiques de l'étage auquel on a donné le nom de zone à *Ammonites tenuilobatus*, qui est un facies de l'Astartien de la chaîne du Jura. Au-dessus de ces carrières inférieures de Lémenc, au lieu dit le Calvaire, se trouvent des couches renfermant une faune très-intéressante; il n'est pas facile d'y trouver des fossiles dans une course rapide, mais M. Pillet avait fait apporter sur place ceux qu'il avait recueillis dans le cours de ses nombreuses recherches. Nous avons remarqué parmi eux l'*Ammonites lithographicus*, l'*Ammonites steraspis*, l'*Ammonites carachteis*, l'*Ammonites transitorius*, le *Terebratula diphya* et le *Terebratulina substriata*, avec une quarantaine d'autres espèces. Cette faune montre que l'horizon des couches du Calvaire de Lémenc est celui des couches de Rogoznik (Carpathes) ou de Solenhofen. Au-dessus de ces calcaires, enfin, vers le sommet du coteau, se trouve un grand récif coralligène, dit « de la vigne Droguet, » avec beaucoup de fossiles, entre autres *Terebratula janitor*, *Terebratula moravica*, *Megerlea pectunculoïdes* et beaucoup d'oursins, *Acropeltis æquituberculata*, *Cidaris coronata*, *Cidaris glandifera*, caractéristique et très-abondant, etc. Les couches coralligènes de la vigne Droguet, qu'il est impossible, lorsqu'on les voit sur place, de regarder comme une *brèche*, ainsi qu'on l'a prétendu, terminent dans cette localité la formation jurassique; elles peuvent être rapprochées des couches de Stramberg, tout en se reliant aux couches coralligènes du Jura et aussi à celles du Salève. En résumé, il est incontestable que ces couches de la colline de Lémenc appartiennent au type méditerranéen du jurassique supérieur. Au Mont du Chat, à trois kilomètres de Lémenc, le jurassique supérieur se retrouve également, mais avec le type anglo-parisien. On

voit donc, près de Chambéry, ces deux facies bien distincts d'un même horizon se rapprocher considérablement l'un de l'autre et même se relier par quelques espèces.

Le lendemain, 70 à 80 membres de la Société géologique, auxquels vinrent s'adjoindre une vingtaine de personnes, se trouvèrent réunis à l'Hôtel National à Genève, où des logements et une salle pour les séances avaient été préparés. La séance d'ouverture eut lieu à l'Athénée. On procéda d'abord à la formation du bureau de la session; M. le professeur Studer fut nommé par acclamation président d'honneur et M. le professeur A. Favre président de la session. L'assemblée entendit ensuite une communication de M. Favre sur les terrains quaternaires des environs de Genève. Au-dessus de la *Mollasse* qui occupe le fond de la vallée se trouve l'*alluvion ancienne* surmontée par les *dépôts glaciaires*. M. Favre ne serait pas éloigné d'admettre que l'alluvion ancienne représente la partie supérieure de la formation tertiaire. En effet, M. Zittel ayant trouvé des roches striées sur la surface de l'alluvion ancienne, elle devait être déjà solidifiée à l'apparition des glaciers, et diverses observations montrent qu'elle doit avoir été relevée et ravinée avant l'époque glaciaire. Rien dans les environs de Genève ne peut faire supposer qu'il y ait eu deux époques glaciaires; on n'aperçoit nulle part, comme à Dürnten, une intercalation de lignites entre deux dépôts glaciaires. Au-dessus du terrain glaciaire se voient les *alluvions post-glaciaires* qui ont une grande étendue et dans lesquelles on peut établir trois divisions: alluvions formées par des rivières qui ont changé leurs cours depuis la formation des dépôts; alluvions formées par les rivières ou les lacs actuels lorsque

le niveau de leurs eaux était plus élevé, et enfin alluvions modernes.

M. le professeur Colladon montre de très-belles photographies représentant des coupes des alluvions post-glaciaires du plateau des Tranchées à Genève, observées en creusant les fondations de divers bâtiments. Cette terrasse des Tranchées, ainsi que l'expose M. Colladon, est formée de couches horizontales de galets recouvrant des couches obliques de sable et de menu gravier. Cette composition indique une alluvion formée par une rivière dans le lac Léman dont le niveau était alors plus élevé que maintenant. Le niveau de ces alluvions étant de 29 à 30 mètres au-dessus du niveau actuel du lac, on en conclut à un abaissement équivalent des eaux depuis l'époque de ce dépôt. Les terrasses des environs de Thonon ont fourni à M. Dausse un résultat analogue relativement à la hauteur ancienne de l'eau du lac. Morlot, ainsi que l'observe M. Renevier, s'était déjà occupé de ces terrasses et avait trouvé des faits indiquant plusieurs hauteurs successives du niveau du lac.

Le 30 août, les membres de la Société partirent à 6 heures et demie du matin, dans de nombreuses voitures, pour se rendre à la montagne des Voirons. On examina tout d'abord le terrain glaciaire si remarquablement développé au pied de la montagne. A la Bergue, on laisse les voitures et on commence à monter. Les premières couches redressées appartiennent à la mollasse. Au-dessus on peut constater le flysch, dont l'âge est encore incertain, mais qui est généralement rapporté au terrain nummulitique. Vient ensuite le néocomien, visible en particulier sur un point situé près d'un ruisseau, d'où proviennent les magnifiques échantillons de poissons qui ont été

décrits par Pictet. Par une anomalie singulière, le flysch, que nous venons de voir par-dessous, surmonte encore ces couches néocomiennes et est à son tour recouvert par une couche appartenant à l'étage néocomien, dans laquelle on a trouvé de nombreuses Bélemnites et Rhynchoteuthis. Puis viennent des couches jurassiques sur lesquelles repose une troisième couche néocomienne qui est surmontée par la grande masse de flysch du sommet de la montagne. M. Favre explique parfaitement cette stratification si singulière, par un double pli. Après une halte dans un bois de sapins, où un déjeuner avait été préparé, la Société se rendit aux carrières, dites de Chez Hominal, pour y voir les couches jurassiques.

M. Ernest Favre, qui les a étudiées récemment, exposa le résultat de ses recherches dans une communication présentée dans la séance du soir. Outre les deux oursins classiques, le *Collyrites Voltzii* et le *Collyrites Friburgensis*, on trouve dans ces couches de nombreuses Ammonites; parmi elles, fait particulièrement intéressant, se trouve l'*Ammonites bimammatus*. M. E. Favre a pu établir deux divisions aux Voirons: dans l'inférieure se trouvent mélangées des espèces de la zone à *Ammonites transversarius* et de la zone à *Ammonites bimammatus*, c'est-à-dire de l'oxfordien et du terrain à chailles; la supérieure appartiendrait par sa faune à la zone à *Ammonites tenuilobatus*, c'est-à-dire au facies alpin de l'Astartien. Dans le canton de Fribourg, on trouve l'*Ammonites bimammatus* dans des calcaires qui recouvrent les couches à *Ammonites transversarius* et associé à beaucoup d'espèces de ces couches; le *Collyrites Voltzii* et le *Collyrites Friburgensis* s'y trouvent de même à plusieurs niveaux. Il y a des

zones coralligènes au-dessus et au-dessous de la zone à *Ammonites tenuilobatus*. Pour M. E. Favre, le tithonique inférieur serait contemporain des couches de Solenhofen. Dans la Haute-Marne, ainsi que M. Tombeck l'a fait remarquer à la suite de la communication de M. E. Favre, on a maintenant trouvé l'*Ammonites bimammatus* dans la zone à *Ammonites transversarius*, comme dans le corallien compacte, et on observe aussi des zones coralligènes à plusieurs niveaux.

La course de Bellegarde occupa toute la journée du 31 août. La Société se dirigea d'abord du côté de la Perte du Rhône pour examiner en place les différentes couches crétacées visibles dans cette localité bien connue, en commençant par l'urgonien, dans lequel s'est creusé le lit du fleuve; au-dessus vient l'aptien inférieur ou rhodanien représenté par des marnes jaunes, puis des couches pétries d'orbitolines, l'aptien supérieur et enfin le gault avec sa belle faune bien connue. Au-dessus du gault on remarque des couches sableuses assez épaisses, mais sans fossiles, qui pourraient représenter le cénomanien. La molasse termine la série. On se rendit ensuite au confluent du Rhône et de la Valserine où chacun put admirer les magnifiques installations que la Compagnie de Bellegarde fit établir pour produire de la force motrice, restée jusqu'ici malheureusement sans un emploi suffisant. De là, la plupart des membres de la Société, amateurs de fossiles, furent conduits près de Mussel, où des galeries avaient été ouvertes dans le gault pour l'exploitation des phosphates. Le sol, aux environs, était couvert par les produits de l'extraction et on put faire là une ample moisson de beaux fossiles.

Dans le compte rendu de la course fait à la séance du

soir, M. Renevier insista sur les deux divisions que l'on peut établir dans le gault : l'inférieure, ou gault proprement dit, et la supérieure qui renferme plus de fossiles se continuant dans l'étage cénomanien. M. Renevier a donné à la zone supérieure le nom d'étage vraconnien. Le vrai type de cette zone se trouve à la Vraconne, près Ste-Croix. A la Perte du Rhône le gault supérieur n'est pas précisément du vrai vraconnien ; là il se rapproche bien plus par sa faune du gault inférieur, qu'à Ste-Croix par exemple, et il contient moins d'espèces cénomaniennes. A la suite de la communication de M. Renevier, une longue discussion s'engagea sur les zones du gault. On entendit ensuite une communication de M. le professeur Favre sur le terrain erratique de la Suisse. Il présenta une carte de ce pays sur laquelle il a eu la patience de rapporter toutes les données connues sur les anciens glaciers de cette contrée, de manière à pouvoir représenter par des couleurs la surface qu'ils occupaient. Ce résultat, d'un énorme travail, fait comprendre d'une manière saisissante quel était l'état de la Suisse à l'époque glaciaire ; elle était, comme le dit M. Favre, couverte de neiges, de névés et de glaciers. Le glacier du Rhône était le plus étendu, il couvrait une immense surface. Par de certains cols il refoulait les glaciers du Jura qui venaient pour se souder à lui, en sorte que ceux-ci s'ajoutant au glacier des Alpes formaient ce qu'on peut appeler un relais et transportaient les blocs alpins jusque dans les plaines de la France. Sur le Jura on trouve des blocs jusqu'à une hauteur de 1350 mètres. Il n'y a pas de raison pour croire que les anciens névés partissent d'un point plus bas que les névés actuels. M. Favre a cherché à se rendre compte du rapport d'étendue qui existait entre

les glaciers réservoirs, ceux qui sont emprisonnés dans les vallées des Alpes, et les glaciers d'écoulement, c'est-à-dire ceux qui s'étalent dans la plaine, et il a trouvé que ces deux parties d'un même glacier étaient égales dans le glacier du Rhin et dans le glacier du Rhône. Pour arriver à ce résultat, il indique sur une carte le contour du glacier réservoir et en couvre la surface exactement avec du papier ; il couvre ensuite exactement la surface du glacier d'écoulement avec le même papier, et pesant ensuite les deux quantités de papier il s'est assuré qu'elles étaient égales en poids et que, par conséquent, les deux surfaces étaient égales.

La matinée du 1er septembre fut consacrée d'abord à visiter l'atelier de construction d'instruments de physique à Plainpalais. M. Théodore Turrettini, qui le dirige, avait fait installer une perforatrice, construite d'après un système perfectionné par lui-même, adoptée pour le percement du tunnel du St-Gothard. M. Turrettini eut l'obligeance d'en expliquer le mécanisme avec le plus grand détail et, en lui faisant percer des trous dans un bloc de granit, il mit chacun à même de juger de sa puissance et de la rapidité de son travail. Après cette intéressante visite, une partie des membres de la Société se rendit dans les divers Musées de la ville, tandis que les autres, sous la conduite de M. le professeur Favre, s'en allèrent au Bois de la Bâtie examiner le terrain glaciaire ; ils eurent là l'occasion de faire une observation importante, dont M. Lory rendit compte dans la séance du jour.

Une route nouvellement ouverte en tranchée permet de voir au-dessus de l'alluvion ancienne une nappe de boue glaciaire, puis une dizaine de mètres d'alluvion ancienne et par-dessus le terrain glaciaire normal. L'intercalation

de cette nappe de boue glaciaire entre deux lits d'alluvion ancienne est un fait très-curieux; ce n'est qu'un accident local, car le lit de boue glaciaire s'amincit peu à peu et les deux bancs d'alluvion ancienne finissent par se toucher, mais il a beaucoup d'importance, en ce qu'il prouve que l'alluvion ancienne et le terrain erratique ont une même origine glaciaire, ce qui n'avait point été admis jusqu'ici. L'alluvion aurait été produite par les eaux charriant en avant du glacier les matériaux entraînés par celui-ci. L'intercalation observée au Bois de la Bâtie peut être expliquée par une oscillation du glacier qui se serait d'abord étendu sur l'alluvion ancienne et y aurait déposé la boue; un mouvement de retrait survenant, l'alluvion formée par les eaux serait venue recouvrir le lit de boue; au mouvement de retrait aurait succédé une période d'extension et la formation d'une nouvelle couche de dépôts glaciaires. M. Cornet avait d'abord élevé des objections contre les conclusions de M. Lory, mais étant retourné examiner la localité avec beaucoup d'attention, il a déclaré se rallier complétement à l'explication donnée, ce qui en confirme la valeur.

M. Falsan donna lecture dans la même séance d'un mémoire fort intéressant sur la présence de fossiles miocènes dans le terrain glaciaire des environs de Lyon. Là le miocène supérieur fossilifère est surmonté par une couche de sable avec fossiles, entre autres le *Nassa Michaudi*, cette couche termine la série des dépôts marins aux environs de Lyon; la mer miocène avait là peu de profondeur; elle finit par prendre un caractère fluvio-marin, puis se retira définitivement vers le Midi par suite d'un exhaussement. Au-dessus de ces couches miocènes s'étend une nappe épaisse de terrain erratique dans la-

quelle on retrouve des débris de fossiles miocènes et entre autres des *Nassa Michaudi,* mais celles-ci parfaitement conservées. C'est un fait extraordinaire que ces fossiles délicats aient pu supporter, sans se briser, un remaniement évident et même un double remaniement. Le terrain erratique dans lequel on les trouve ne saurait en aucune façon être envisagé comme appartenant au terrain pliocène, c'est un véritable dépôt glaciaire; du reste, il n'y a point de pliocène aux environs de Lyon, et, même dans les alluvions modernes, on trouve encore de ces fossiles miocènes. Près de Lyon, il y eut évidemment un remaniement des fossiles trouvés dans le terrain erratique, tandis qu'à Bernate, ainsi que le fait observer M. Desor, il ne peut y avoir eu remaniement, les fossiles pliocènes trouvés dans la moraine sont en place et, d'ailleurs, il n'y a point de dépôt pliocène au nord d'où ils auraient pu être remaniés. M. Falsan présente encore une carte du terrain erratique dans le département de l'Ain, à l'échelle de $\frac{1}{80000}$; il n'a pu encore la terminer, mais ce sera un superbe travail, digne pendant de la carte de M. Favre.

Le 2 septembre, la Société fit une excursion au mont Salève en escaladant la montagne par le sentier de la Grande Gorge. Les premières couches que l'on rencontre sont redressées, par suite de la rupture d'une voûte, produite par le soulèvement de la montagne. On trouve d'abord la mollasse, puis le néocomien moyen, puis le valangien, enfin le massif coralligène jurassique, dont les couches, en se soulevant, sont restées à peu près horizontales, de même que les strates du valangien, du néocomien moyen et de l'urgonien qui les surmontent. Près de Grange Gaby, les membres de la Société s'arrêtèrent

pour examiner les grès siliceux blancs qui se trouvent dans cette localité. On avait attribué leur origine à des sources siliceuses qui auraient laissé là leurs dépôts, comme cela est arrivé ailleurs. M. A. Favre pense plutôt que ces grès sont la continuation du petit banc de grès, inférieur à la mollasse, qui se voit sur le Petit Salève et aurait été dénudé sur une grande longueur. Les blocs erratiques du sommet du Salève, les roches polies et striées du vallon de Monnetier attirèrent aussi l'attention de la Société. Au-dessus de Monnetier, on visita les carrières ouvertes sur le flanc du Grand Salève et l'on put s'assurer de nouveau que les couches valangiennes à *Strombus Sautieri* reposent immédiatement sur les couches coralligènes à *Diceras Lucii*, etc., sans qu'il soit possible de trouver des traces d'un dépôt d'eau douce analogue au Purbeck. Le récif coralligène représente au Salève toute la série jurassique. Après avoir dîné à Monnetier, la Société reprit le chemin de Genève par le Pas de l'Échelle et eut encore le temps d'examiner, au-dessus de Veyrier, la station préhistorique de l'âge du renne, sur laquelle M. le Dr Gosse et M. Taillefer donnèrent les renseignements les plus complets. Dans la séance du soir, l'âge des couches coralliennes du Salève fut beaucoup discuté. M. Coquand expliqua qu'aux environs de Marseille on observe un récif coralligène semblable à celui du Salève, avec le *Cidaris glandifera* (remplacé au Salève par le *Cidaris carinifera* avec lequel il se trouve ensemble dans les Carpathes et en Algérie) et le *Terebratula moravica*; au-dessus vient le valangien avec le *Strombus Sautieri*, puis l'urgonien à *Requienia ammonia*. Ce récif corallien est donc du même âge que celui du Salève. M. Coquand met encore sur ce même niveau

celui d'Angoulême, près La Rochelle. Ces couches coralligènes seraient supérieures au corallien classique et appartiennent au séquanien, comme celui de Tonnerre. Toutes les couches à *Cidaris glandifera* doivent être rapportées au même horizon. Le *Terebratula janitor* ayant été trouvé avec le *Cidaris glandifera,* il en résulte que les couches dites à *Terebratula janitor* appartiennent au même niveau. Il n'y aurait donc pas lieu d'établir un étage tithonique, et toutes ces couches si controversées ne sont que des facies du jurassique supérieur. Telle est, en résumé, l'opinion de M. Coquand, et un grand nombre de géologues sont du même avis. Un fait qui vient à l'appui mérite d'être relevé. On trouve au Salève les radioles extrêmement caractéristiques d'un *Cidaris* auquel on a donné le nom de *Cidaris carinifera ;* il est impossible de le confondre avec ceux d'une autre espèce. On les a retrouvés dans des couches coralligènes identiques à Wimmis, à Stramberg, en Algérie, avec le *Cidaris glandifera.* Or, récemment, M. Falsan a recueilli un magnifique radiole de cette espèce, des mieux caractérisés, dans le Bugey, avec l'*Ostrea virgula,* voilà donc un trait d'union bien remarquable entre le virgulien et le corallien du Salève. Dans la même séance, la Société entendit une communication de M. Choffat sur la formation jurassique des environs de St-Claude. Les coupes qu'il a relevées sur plusieurs points montrent, une fois de plus, combien les couches jurassiques supérieures à la zone à *Ammonites transversarius,* ou à celle à *Ammonites cordatus,* c'est-à-dire à l'oxfordien, sont polymorphes et tendent à se remplacer ; ici on trouve toute la série, là une seule couche en tient lieu. Ainsi, à Champagnole, on trouve au-dessus des couches à *Hemicidaris crenularis,* les couches de Wangen ou dicé-

ratien, puis le calcaire à Astartes, et au-dessus le ptérocérien. A Crozet, au-dessus des mêmes couches à *Hemicidaris crenularis,* il y a le calcaire à Astartes, puis des dolomies, puis le ptérocérien et enfin le portlandien. A Montepile, au-dessus du calcaire à Astartes vient la zone corallienne dite de Valfin, et le portlandien immédiatement au-dessus, comme à Valfin même. Au Salève, on l'a vu, les couches coralligènes sont immédiatement recouvertes par le valangien et il en est de même près de Marseille.

Avec l'excursion du Salève se termine la partie de la session qui devait avoir lieu à Genève. Le 3 septembre, la Société se rendit par la diligence à St-Gervais-les-Bains en suivant la pittoresque vallée de l'Arve. Elle étudia dans l'après-midi la coupe géologique des environs des Bains. Les observations faites le lendemain, pendant l'ascension du Prarion, complétèrent cette coupe que M. A. Favre résuma dans une séance tenue le soir à Chamonix.

Les grandes masses jurassiques de schistes calcaires à bélemnites, qui forment plus au sud le Mont Joli, reposent ici sur le terrain triasique. Celui-ci recouvre le terrain houiller qui surmonte en stratification discordante les schistes cristallins du Prarion. La partie supérieure du trias est formée d'une grande épaisseur de dolomie et de cargneule, sous laquelle se voit un schiste argilo-ferrugineux bien développé plus au sud dans la vallée de Montjoie. Au-dessous se trouvent des bancs de quartzite et un grès nommé par M. Favre grès arkose et dont il a constaté la grande analogie avec le grès bigarré. M. Daubrée et M. Pellat ont confirmé cette observation et ont été frappés de la ressemblance des jaspes contenus dans cette formation avec ceux des Vosges, également situés dans ce

terrain; en l'absence de fossiles, cette identité pétrographique et la position stratigraphique de ce terrain confirment pleinement l'âge qui lui a été assigné.

Aucune objection ne s'éleva durant tout le cours de cette réunion sur la présence dans les Alpes du terrain triasique et sur l'âge du terrain houiller. Toutes les observations vinrent au contraire confirmer les résultats obtenus par les géologues alpins dans cette question que la Société avait été appelée à examiner en 1861, lors de la session de St-Jean de Maurienne. Ce fait a prouvé qu'on peut considérer comme définitivement abandonnée la théorie dont E. de Beaumont s'était fait le plus ardent défenseur.

Au sommet du Prarion, M. Favre a démontré, à l'aide du magnifique panorama qui s'étendait sous les yeux de la Société, la structure géologique de la chaîne du Mont-Blanc, de celle des Aiguilles Rouges et des chaînes secondaires des Fiz et des Fours.

Le Mont-Blanc est formé au centre du granit-protogine, contre lequel plongent, sur les deux versants des schistes cristallins; les deux vallées de Chamonix et de Cormayeur, qui limitent le massif au NO. et au SE., sont occupés par des terrains secondaires repliés en U ou même renversés sur eux-mêmes. Au nord de Chamonix, la chaîne de Brévent et des Aiguilles Rouges est formée de gneiss en couches verticales et la plus haute de ces montagnes est couronnée par un lambeau horizontal de terrain secondaire (triasique et jurassique). Le terrain houiller qui repose en stratification discordante sur les schistes cristallins sur le versant ouest de cette chaîne est surmonté de toute la série des terrains triasiques, jurassiques, crétacés et tertiaires, jusqu'au nummulitique et au macigno alpin; ces terrains forment la magnifique chaîne

des Fiz. M. Favre suppose que le massif du Mont-Blanc forme une voûte rompue à sa partie supérieure et dont les couches, disposées en éventail, se contourneraient au-dessous des vallées de Chamonix et de Cormayeur, enveloppant dans leurs plis les couches secondaires et se redresseraient ensuite dans le massif des Aiguilles Rouges. Une longuediscussion s'est élevée sur ce sujet dans la séance du soir. Suivant M. Lory, ces plis n'auraient pas existé, mais les schistes cristallins ayant été redressés avant le dépôt des terrains secondaires, l'origine de ces vallées serait due à desdislocations, à des glissements survenant le long de certaines lignes et coïncidant avec des soulèvements d'autres masses. Des lambeaux de terrains secondaires seraient tombés sur les bords de ces failles et auraient rempli une partie des dépressions, tandis que d'autres, comme celui des Aiguilles Rouges, seraient restés en place et auraient été soulevés en même temps que les schistes cristallins. M. Lory se rattache à la théorie de la stratification du gneiss. M. B. Studer combat cette théorie par divers arguments et montre qu'elle ne peut s'accorder avec les faits observés dans les Alpes bernoises où des bancs verticaux de gneiss recouvrent sur de grandes étendues des bancs calcaires horizontaux ou recourbés sur eux-mêmes.

Le 5 septembre fut consacré à l'étude des glaciers. Les membres de la Société, au nombre de cinquante, parcoururent la partie inférieure de la Mer de Glace jusqu'au lac du Tacul et purent examiner à leur aise la structure du glacier, les crevasses, les tables, les moulins, les moraines, les roches polies et moutonnées qui l'encaissent. Ces observations furent complétées sur place par les explications très-détaillées de MM. Soret et A. Favre, qui

résumèrent les nombreuses recherches faites depuis quelques années sur ce sujet.

La journée du 6 septembre fut occupée par l'ascension du Mont Brévent, l'une des sommités de la chaîne des Aiguilles Rouges, qui sont composées de vrai gneiss. On trouve dans certaines parties de cette chaîne une très-grande variété de roches amphiboliques, grenatifères, serpentineuses et porphyroïdes, ainsi que des veines de calcaire dans le gneiss. La Société put jouir au sommet de la montagne d'un splendide panorama et écouter avec le plus vif intérêt un savant exposé que fit M. Viollet-le-Duc et qu'il compléta, dans la séance du soir, des idées nouvelles qui l'ont dirigé dans la construction de la carte du massif du Mont-Blanc, à laquelle il travaille. Il a particulièrement insisté sur la destruction des roches par les agents atmosphériques, fait dont la chaîne du Mont-Blanc offre de nombreux exemples. Considérant ces montagnes comme des ruines, M. Viollet-le-Duc espère, comme architecte, pouvoir en rétablir la forme primitive. M. A. Favre a été heureux de constater la grande analogie qui existe, au sujet de l'abaissement des montagnes par l'érosion, entre les idées de M. Viollet-le-Duc et celles qu'il a naguère exposées. Il a ensuite fait remarquer la quantité immense de débris de roches qui couvrent la sommité du Brévent; le même phénomène peut s'observer sur un très-grand nombre de cimes alpines. La limite inférieure de ces débris indiquerait suivant quelques géologues, la limite supérieure des glaciers lors de leur grande extension.

Le 7 septembre, plus de cinquante géologues partirent en voiture pour l'hôtel du Châtelard, entre Valorsine et la Tête Noire, et se rendirent de là, à pied ou à mulets, à Vernayaz et à Martigny en passant par Salvan.

Ils purent faire dans cette longue journée des observations très-variées. Elles portèrent sur le rocher calcaire dit des Raffords, seul reste du calcaire de la vallée de Chamonix redressé contre les Aiguilles Rouges, qui disparaîtra bientôt par suite de l'exploitation dont il est l'objet,— sur l'ancienne moraine de la Mer de Glace, où se trouve le passage des Tines; les alluvions post-glaciaires, qui se sont accumulés contre elle, ont exhaussé le sol de la vallée, — sur le terrain houiller situé sur le flanc des Aiguilles Rouges, en face du hameau des Iles, — sur la grande et ancienne moraine du glacier d'Argentière; au col des Montets, la Société vit les traces laissées par le passage des anciens glaciers; elles s'élèvent à droite et à gauche du col à environ 700 mètres au-dessous de lui, et ont probablement été laissées par les glaciers de la partie supérieure de la vallée de Chamonix lorsqu'ils ne pouvaient suivre la vallée de l'Arve et qu'ils durent passer par Valorsine et Salvan.

Près de Valorsine elle recueillit des échantillons du granit porphyroïde qui forme en partie les flancs des montagnes voisines et qui se ramifie en filons dans le gneiss. Du Châtelard à Vernayaz, elle marcha presque sans interruption sur les poudingues et les schistes ardoisés du terrain houiller, ainsi que sur un schiste argilo-ferrugineux rouge et vert, dont la position n'est pas très-évidente, mais qui semble constituer la partie supérieure de ce terrain. A Vernayaz, le poudingue et les schistes ardoisés sont recourbés en forme d'U. Enfin, les membres de la Société pénétrèrent dans les Gorges du Trient, grand et singulier phénomène d'érosion qui se trouve à peu près dans l'alignement des gorges de la Dioza, près de Servoz.

Dans la séance du soir, à Martigny, M. A. Favre résuma les observations faites pendant l'excursion et pendant l'ensemble de cette session, une des plus nombreuses qu'ait comptées la Société géologique. Il témoigna vivement sa reconnaissance de l'accueil empressé et sympathique fait par les autorités et par quelques personnes à la Société durant son séjour en Savoie.

SUR LA

THÉORIE DE L'AURORE BORÉALE

A PROPOS DE

QUELQUES PHÉNOMÈNES OBSERVÉS DANS DES TUBES DE GEISSLER

PAR

M. SELIM LEMSTRÖM
Professeur agrégé à l'Université de Helsingfors.

II

§ 8. Les faits que nous avons exposés dans la première partie de ce Mémoire [1], fournissent quelques éléments nouveaux à la théorie électrique de l'aurore boréale telle qu'elle a été développée par Peltier, puis par de la Rive.

Ces deux savants, tout en considérant l'un et l'autre le phénomène de l'aurore boréale comme un effet de l'électricité atmosphérique, ne sont point d'accord sur l'origine de cette électricité. Tandis que Peltier regarde l'électricité positive de l'air comme un phénomène d'influence produit par l'électricité négative préexistante de la terre, de la Rive admet que l'air est électrique, au même titre que la terre, l'une des deux électricités ne pouvant pas se pro-

[1] Voir pour la première partie et pour la planche le numéro de septembre, p. 72.

duire sans qu'il y ait également production de l'électricité de nom contraire. En revanche, ils expliquent tous deux de la même manière l'accumulation de l'électricité aux pôles de la terre. L'électricité positive dont la vapeur d'eau se charge en s'évaporant de l'eau salée, soit par la vaporisation même, soit par la friction des molécules de vapeur contre celles de l'air (le fait est bien prouvé), est transportée dans la région des nuages, et peut-être encore plus haut; puis les vents l'entraînent vers les pôles de la terre. Comme les rayons des parallèles vont toujours en diminuant, les quantités de vapeurs électrisées se trouvent accumulées en proportions beaucoup plus fortes au-dessus des régions polaires. L'électricité y atteint donc une tension considérable, et lorsque les circonstances sont favorables, elle se recombine avec la négative de la terre, ce qui produit l'aurore.

La divergence existant entre l'opinion de ces deux illustres savants n'est pas grande, elle porte surtout, comme nous l'avons dit, sur l'origine de l'électricité atmosphérique.

De la Rive a fait faire à la théorie électrique de grands progrès, dont le plus important consiste dans l'explication qu'il a donnée des rayons de l'aurore et de leur mouvement de rotation autour du pôle.

Cette théorie s'accorde parfaitement avec les observations plus approfondies faites depuis quelques années sur les détails du phénomène; il y a cependant quelques points qui n'ont pas encore été éclaircis d'une manière satisfaisante :

1° L'origine de l'électricité négative de la terre.

2° Le fait de savoir si l'atmosphère est vraiment électrique, ou si les phénomènes électriques qu'on observe

près de la terre ont leur cause dans l'influence électrique de celle-ci.

3° La cause de l'accumulation de l'électricité aux pôles de la terre.

Nous laisserons pour le moment de côté le premier point, sans discuter les explications diverses que l'on a données de cet état électrique négatif de la terre. L'opinion la plus plausible est sans doute celle de de la Rive, qui en cherche la cause dans le contact de la croûte refroidie de la terre avec les parties fondues de l'intérieur. Quelle que soit son origine, il est bien prouvé par des observations nombreuses que cet état électrique négatif de la terre existe.

Quant au second point, les opinions ont beaucoup varié, et on peut dire que cette question n'est pas encore complétement élucidée. Cela tient à ce que les méthodes employées pour ces recherches ont donné des résultats qui pouvaient s'interpréter de plusieurs manières. M. Holmgren, à Lund, a fait sur ce sujet une série de recherches très-soignées qu'il a publiées dans un certain nombre de mémoires sous le titre « l'Électricité comme force cosmique[1]. »

Dans le premier de ces mémoires, il commence par résumer les opinions des différents auteurs ; puis après avoir décrit ses propres expériences, il formule comme suit les conclusions auxquelles il est conduit et qui peuvent être acceptées, nous le croyons, avec la plus entière confiance :

1° La résultante de toutes les forces électriques qui agissent près de la terre, est dirigée suivant la verticale

[1] *Actes de l'Acad. royale des Sciences de Suède*, tome 8, n° 10, 1870, etc.

et dans les circonstances normales, l'électricité négative va de bas en haut, la positive de haut en bas.

2° C'est un agent spécial (électricité nég.) répandu sur la terre qui est la cause principale des phénomènes électriques qui ont lieu dans son voisinage.

On voit par ce dernier énoncé qu'il admet qu'il puisse y avoir peut-être une électricité de l'air indépendante, ce qui est plus ou moins confirmé par les faits. Les observations faites pendant la dernière expédition polaire suédoise sur l'état électrique de l'atmosphère ont montré aussi que dans le voisinage immédiat de la terre, l'air peut être de lui-même aussi bien positivement que négativement électrique.

Nous citerons ici le jugement de l'observateur lui-même, M. Wijkander.

« En général l'air paraît être électrisé positivement et le sol négativement. Dans plusieurs occasions les conditions étaient telles qu'on ne pouvait s'empêcher de regarder l'air comme étant effectivement électrique par lui-même et « l'électricité de l'air » comme n'étant pas uniquement un effet de l'induction de la terre. A certaines époques du printemps, en même temps que l'air isolait relativement bien, le sol et l'air étaient tous deux chargés d'électricité négative. Ce changement de l'électricité de l'air n'était pas une conséquence constante d'un plus grand froid, mais quand la température avait été basse pendant quelque temps, l'air semblait avoir une tendance à s'électriser négativement[1]. »

[1] Wijkander, Observations sur l'électricité de l'air pendant l'expédition polaire suédoise, 1872-1873. *Comptes rendus de l'Acad. royale des Sciences de Suède*, 1874, n° 6. *Archives* 1874, t. LI, p. 41.

De ces faits combinés avec les anciennes observations, il nous paraît résulter ce qui suit :

1° La terre est un corps électrisé négativement, qui, par sa nature, joue le rôle d'un véritable *conducteur.*

2° Les couches d'air les plus rapprochées de la terre sont le plus souvent positives, et par exception négatives; mais la cause principale des phénomènes électriques que l'on observe dans ces couches doit être cherchée dans l'influence de la terre.

Il est maintenant bien établi que les couches supérieures de l'air sont positives ; l'électricité des nuages le prouve d'une manière incontestable. Il est bien probable que les vapeurs qui les ont formées ont communiqué une partie de leur électricité à l'air lui-même qu'elles ont traversé. Ces vapeurs s'élevant jusqu'aux limites de l'atmosphère, l'électricité dont elles sont chargées se trouve par là transportée dans les couches supérieures de l'air, et y produit les éclairs de seconde espèce et les aurores boréales.

La cause principale de cette électricité atmosphérique est certainement l'évaporation qui se produit à la surface de la terre, comme M. Holmgren l'a prouvé par une expérience remarquable. Il a montré que lorsqu'une goutte d'eau est séparée d'une grande quantité d'eau, il se développe de l'électricité qui rend la goutte électrique [1].

Comme l'évaporation a lieu presque sur toute la terre à la fois, il est clair qu'elle doit être la source principale de l'électricité répandue dans les hautes et dans les basses régions de l'air, et que toutes les autres sources, à supposer même qu'il y en ait, doivent être relativement peu importantes.

[1] La goutte, il est vrai, est dans ce cas négative, mais le fait même du développement d'électricité est démontré.

Quant au troisième point et à l'opinion de Peltier et de la Rive sur l'accumulation de l'électricité aux pôles de la terre par les courants d'air venant de l'équateur, il semble au premier abord qu'elle soit bien fondée, mais en l'examinant de plus près, on reconnaît bientôt, pensons-nous, que l'effet qu'on peut attribuer à cette cause se réduit à peu de chose.

On sait que les courants d'air qui partent de l'équateur touchent presque tous la terre déjà dans les zones tempérées et qu'une petite portion seulement de ces masses d'air en mouvement atteint les régions polaires. Il est vrai qu'arrivés là ils se rassemblent dans un espace plus petit, où la proportion d'électricité se trouve augmentée. D'autre part, il faut bien considérer que la production de la pluie a dû fréquemment diminuer la quantité d'électricité que les vapeurs de l'air emmènent avec elles dans leur transport de l'équateur aux pôles. Il n'est donc guère possible d'admettre que la quantité d'électricité répartie dans l'unité de volume augmente en approchant des pôles.

Il est une autre objection tout aussi importante contre la théorie en question. Si l'électricité est transportée aux régions polaires par des courants d'air, ces mêmes courants doivent aussi l'emporter, car l'air qui arrive d'un côté doit s'en aller d'un autre et emmener avec lui au moins une partie de l'électricité dont il était primitivement chargé.

La théorie de Peltier et de la Rive ne fournit pas, on le voit, une explication suffisante de la grande tension électrique de l'air dans les régions polaires; la cause en doit être cherchée dans d'autres circonstances. A cela on peut nous objecter, il est vrai, le peu de notions que nous

possédons sur les mouvements de l'air dans les plus hautes régions de l'atmosphère, mais comme ces courants ne font pas ou presque pas sentir leur effet sur la pression barométrique à la surface de la terre, nous croyons pouvoir négliger cette inconnue dans le sujet qui nous occupe.

§ 9. Nous passerons maintenant à l'étude de l'état électrostatique général de la terre et de l'atmosphère, et des phénomènes électriques qui en découlent. Comme base de cette étude, nous nous référons aux expériences que nous avons décrites dans la première partie de ce travail.

Si la terre était une sphère parfaite d'une température égale et en repos, l'atmosphère serait répartie autour d'elle en couches concentriques dont la densité diminuerait régulièrement de bas en haut, de sorte que la pression de l'air serait toujours la même à une altitude donnée en un point quelconque de la terre. Le pouvoir conducteur électrique de l'air sec est en général très-petit à une pression ordinaire et ne devient perceptible qu'à une pression de 30 à 40^{mm} en augmentant jusqu'à une pression de 5 à 10^{mm}, où il atteint son maximum.

A cette pression, il acquiert une valeur environ 163 fois plus grande qu'à 40^{mm} et 10,000 fois plus grande qu'à la pression ordinaire. L'air raréfié des régions supérieures de l'atmosphère peut donc à bon droit être regardé comme formant *un grand conducteur de l'électricité,* concentrique avec la terre. Dans les conditions que nous venons de supposer, ce conducteur se trouverait partout à la même distance de la surface de la terre. La terre étant alors négative et ce conducteur chargé d'électricité positive qui se-

rait partout également répartie à sa surface, ces deux électricités seraient attirées l'une vers l'autre avec une force partout également grande. Si la terre était chargée d'une quantité d'électricité négative, Q, la fonction potentielle électrique de la terre sur le conducteur supérieur serait égale à $\frac{Q}{S+h}$, en désignant par S la valeur moyenne du rayon de la terre et par h la distance entre la surface de la terre et le conducteur supérieur.

Cependant cet état idéal n'existe pas, et nous devons prendre en considération plusieurs circonstances qui agissent sur la forme et la position réciproque des deux conducteurs. D'abord l'aplatissement de la terre, sa rotation autour de son axe et la variation de la pesanteur causée par ces deux circonstances. Puis le décroissement de la température moyenne annuelle de l'équateur vers les pôles, ainsi que le décroissement de la température de l'air depuis la surface de la terre jusque vers les plus hautes régions de l'atmosphère, et enfin la circonstance que l'air n'est jamais sec, mais mélangé avec une quantité variable de vapeurs d'eau. Il est impossible de tenir compte exactement de toutes ces circonstances pour déterminer la forme et la distance du conducteur supérieur, mais on peut formuler sur ce point une hypothèse assez approchée. Pour cela nous partirons de la formule barométrique pour la mesure des hauteurs. La formule la plus propre pour ce but sera[1] :

$$a)\ X = 18393^{m}\,(1 + 0{,}00\,2837 \cos 2\varphi)\left(1 + 0{,}004\,\frac{T+t}{2}\right)\log\frac{H}{h}$$

dans laquelle X désigne la hauteur au-dessus de la sur-

[1] Ramond, Mémoire sur la formule barométrique de la Mec. cél. (Clermont-Ferrand, 1811). — Wullner, Lehrbuch der Physik, dritte Ausgabe, p. 345, 1. Bd.

face de la terre (le niveau de la mer), φ la latitude, T la température à la surface de la terre, t la température au point supérieur considéré, H et h la pression barométrique réduite à 0°, sur la terre et au point d'observation. Dans le facteur $1 + 0{,}004 \frac{T+t}{2}$ entre aussi comme facteur la vapeur d'eau contenue dans l'air, et on admet l'air comme à moitié saturé d'humidité. La formule suppose encore que le décroissement de la température est proportionnel à l'altitude, ce qui n'est pas exact, mais comme on ne connaît pas la température dans les plus hautes régions de l'atmosphère, cette cause d'erreur-là est tout à fait négligeable.

La température aux limites supérieures de l'atmosphère a été évaluée très-différemment. Selon les calculs de Pouillet, fondés sur des mesures avec l'actinomètre, cette température serait entre — 115° et — 175° avec une valeur probable de — 142°. M. H. Gylden [1] la déduit de la formule

$$\frac{1+mt}{1+mt_0} = \left(1 - \beta S\right)^n$$

dans laquelle m désigne le coefficient de dilatation de l'air, t_0 la température à la surface de la terre, t la température au point considéré de l'atmosphère, β une constante déduite des observations faites sur de hautes montagnes et en ballon, S le rapport entre la hauteur de ce point au-dessus de la terre et sa distance au centre de la terre. Si dans cette formule on a $n = \infty$ à une hauteur de 6,77 milles géographiques, on en déduit $t = -172°$ dans l'hypothèse que $t_0 = 0°$. Ces déterminations ne

[1] Ueber die Constitution der Atmosphäre, p. 25, *Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg*, tome X, n° 1.

sont point sûres à cause du défaut d'observations directes faites à de très-grandes altitudes. Pour nous, nous supposerons que notre conducteur supérieur est à une température de — 60°, nombre déduit d'observations de température faites par M. Seigey en quelques points des montagnes de la Suisse à différentes hauteurs.

Nous supposerons encore que la température du grand conducteur atmosphérique reste la même à l'équateur qu'aux pôles, que la température moyenne annuelle à la surface de la terre est à l'équateur + 25° et aux pôles — 12°, et que l'air est partout à moitié saturé d'humidité. Si l'on emploie maintenant la formule (a) en supposant que le conducteur atmosphérique a une pression moyenne de 5^{mm}, sa hauteur au-dessus de la terre sera à l'équateur 37,428 kilomètres, et aux pôles 34,252 kilomètres, ainsi elle est aux pôles 3,175 kil. plus petite qu'à l'équateur.

On voit par ce calcul, dont le résultat ne peut être qu'approximatif, que la position des deux conducteurs est celle qu'indique la fig. (3) Pl. I : S O N W est la terre, et S′ O′ N′ W′ est le conducteur supérieur ou l'espace d'air raréfié d'environ 5^{mm} de pression.

Ces deux conducteurs étant séparés, la quantité d'électricité répandue sur les surfaces de l'un et de l'autre, toutes deux en forme d'ellipsoïde de révolution, sera répartie suivant la règle donnée par Poisson et développée mathématiquement par Clausius[1] : savoir que la densité électrique aux extrémités des axes est proportionnelle à ces axes. La formule générale de la tension

[1] *Abhandl. über die Anwend. der Mech. Wärmetheorie auf die elektrischen Erscheinungen.*

électrique h est

$$h = \frac{Q}{4\pi a b c} \frac{1}{\sqrt{\frac{x^2}{a^4} + \frac{y^2}{b^4} + \frac{z^2}{c^4}}}$$

dans laquelle Q désigne la quantité d'électricité, a, b et c les axes de l'ellipsoïde. Dans le cas présent, l'expression peut être fort simplifiée. En prenant pour le plan des xy, le plan de l'équateur, pour l'axe des z l'axe de la terre, et pour origine le centre de la terre, on a :

$$a = b \text{ et } \frac{z^2}{c^2} = 1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}$$

$$h = \frac{Q}{4\pi a^2 c} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{c^2 - a^2}{a^4 c^2}(x^2 + y^2)}}$$

Si h est la densité électrique superficielle à l'équateur, elle est aux pôles $h' = \frac{c}{a} h = 0{,}9971\ h$.

Cette différence est si petite qu'elle peut être négligée au moins pour la première approximation ; ceci s'applique aussi au conducteur supérieur, quoique la densité électrique superficielle varie dans des proportions un peu plus grandes. Mais ceci suppose que l'électricité est répandue sur la surface des conducteurs, ce qui, en réalité, n'est pas le cas ; mais pour plus de simplicité, on peut faire cette supposition surtout pour le conducteur inférieur, la terre. Dans le conducteur supérieur, l'électricité est évidemment distribuée sur un espace compris entre deux ellipsoïdes de révolution presque concentriques, et on peut assimiler l'effet de l'électricité qu'il renferme à celui d'une quantité égale d'électricité qui serait répandue sur la surface d'un ellipsoïde de révolution avec une densité déterminée. Nous voulons appliquer cette manière de voir et supposer que

la surface en question est située à une distance de la terre où l'air a une pression de 5^{mm}. En supposant encore qu'il y a une quantité d'électricité Q sur le conducteur inférieur et Q′ sur le conducteur supérieur, l'une négative et l'autre positive, nous avons, si Y et Y′ désignent les surfaces des deux conducteurs,

$$\mathfrak{h}_1^0 = \frac{Q}{Y} \text{ et } \mathfrak{h}_2^0 = \frac{Q'}{Y'}$$

$\mathfrak{h}_1^0$ et $\mathfrak{h}_2^0$ désignant les densités électriques sur les deux conducteurs; chacune d'elles, comme nous l'avons remarqué plus haut, peut être regardée comme étant la même sur toute la surface du conducteur correspondant. Les conducteurs étant, comme le montre la fig. 2, dans l'intérieur l'un de l'autre, en désignant la valeur constante de la fonction potentielle à la surface de la terre par V_1 et à la surface du *conducteur d'air* par V_2, il résulte de la solution mathématique de ce problème [1], telle que l'ont donnée Green et Clausius, que la densité électrique superficielle sur le conducteur intérieur est

$$\mathfrak{h}_1 = \frac{V_2 - V_1}{4\pi C}\left[1 + C\left(\pm\frac{1}{R} \pm \frac{1}{R'}\right)\right] \qquad (18)$$

et sur le conducteur extérieur

$$\mathfrak{h}_2 = \frac{V_1 - V_2}{4\pi C}\left[1 + \frac{C}{2}\left(\mp\frac{1}{R} \mp \frac{1}{R'}\right)\right] \qquad (19)$$

Dans ces formules, C désigne la distance entre les deux surfaces, R et R′ les rayons de courbure de la surface intérieure et extérieure. La formule établie par ces deux auteurs donne dans le cas qui nous occupe une valeur assez rapprochée. Il est vrai qu'ils prennent la distance C

[1] Clausius, *Abh. über die Anw. der mech. Wärmeth. auf elektr. Ersch.*, p. 73-80.

comme constante partout, ce qui revient à considérer les deux conducteurs comme parallèles; mais puisque la valeur de la densité électrique varie avec l'angle que font ensemble les normales aux deux surfaces, et que cet angle est ici très-petit, à savoir du troisième ordre de la distance C, on peut négliger cette erreur et accepter ces formules telles quelles pour le cas qui nous occupe.

Puisque nous ne voulons qu'exposer d'une manière générale la marche du phénomène, nous pouvons pour une première approximation négliger le second terme du second membre des deux dernières équations et nous avons alors :

$$h_1 = \frac{V_2 - V_1}{4 \pi C} \quad \text{et} \quad h_2 = \frac{V_1 - V_2}{4 \pi C}$$

La densité électrique superficielle est donc dépendante de la « différence de niveau potentielle » et de la distance C, et elle peut être considérée comme égale sur les deux conducteurs, mais avec un signe opposé. Si nous supposons la différence $V_2 - V_1$ constante, quoiqu'elle dépende strictement de C, nous aurons pour un très-petit accroissement négatif de C

$$dh_1 = \frac{V_2 - V_1}{4 \pi C^2} dC$$

On voit donc que la variation de la densité électrique est directement proportionnelle à $-dC$ et inverse de C^2. Si l'on désigne la densité électrique de surface à l'équateur par h'_e et aux pôles par h'_p, on a :

$$\frac{h'_p}{h'_e} = \frac{C}{C'} = \frac{37{,}428}{34{,}253} = 1{,}093$$

en donnant à C et C' les valeurs calculées plus haut. La densité électrique aux pôles de la terre est donc environ

de 9 $^0/_0$ plus grande qu'à l'équateur, et ceci sur les deux conducteurs.

Puisque les dimensions de la terre et du conducteur atmosphérique sont très-grandes par rapport à la distance C, qui sépare les deux conducteurs, et que la densité électrique est en général très-petite, on n'a pas besoin de considérer tout le système en même temps pour obtenir une valeur assez approchée de l'influence que les quantités électriques des deux conducteurs exercent l'une sur l'autre, mais on peut se borner à considérer une surface d'une étendue telle que la distance C puisse, dans cet intervalle, être regardée comme constante. Considérons une surface y par exemple, autour du pôle nord de la terre; la quantité d'électricité répandue sur cette surface est :

$$Q = h'_p \, y$$

et la force qu'elle exerce dans la direction C sur l'espace d'air raréfié :

$$W_p = -\frac{h'_p}{C'^2}\int_0^r \frac{dy}{r}$$

A l'équateur cette composante verticale devient :

$$W_e = -\frac{h'_e}{C^2}\int_0^r \frac{dy}{r}$$

où r désigne la plus grande dimension de la surface considérée.

Le rapport entre ces deux forces est

$$\frac{W_p}{W_e} = \frac{C^2 \, h'_p}{C'^2 \, h'_e}$$

Si l'on s'imagine l'influence, aussi bien au pôle qu'à l'équateur, étendue sur une surface correspondante du conducteur supérieur, le numérateur du second membre

doit être multiplié par h''_p et le dénominateur par h''_e et il vient :

$$\frac{W_p}{W_e} = \frac{h'_p\, h''_p\, C^2}{h'_e\, h''_e\, C'^2}$$

En mettant dans cette équation

$$h'_p = 1{,}09\, h'_e \quad \text{et} \quad h''_p = 1{,}09\, h''_e$$

puis pour C et C′ les valeurs ci-dessus, on a :

$$\frac{W_p}{W_e} = 1{,}42$$

La force avec laquelle l'électricité du conducteur atmosphérique est attirée vers la terre est ainsi de 42 °/₀ plus grande aux pôles de la terre qu'à l'équateur, et c'est dans ce fait que l'on devra voir la véritable cause de l'accumulation de l'électricité atmosphérique aux pôles et des aurores boréales qu'elle y produit en se recombinant avec l'électricité de la terre.

Il convient de remarquer encore que le conducteur atmosphérique que nous avons envisagé est en communication avec l'espace d'air raréfié, infiniment grand, qui l'enveloppe, et qu'il est inutile par conséquent de tenir compte de l'effet de l'électricité négative produite par influence de second ordre. Le nombre indiqué ci-dessus est donc assez approché, mais un peu trop grand, parce que les autres portions des deux conducteurs ne peuvent pas être entièrement négligées.

Nous croyons avoir prouvé que la position mutuelle de la terre et de l'espace d'air raréfié qui l'enveloppe, est la cause principale de l'accumulation de l'électricité aux pôles, ainsi que de la grande tension électrique qu'on y observe et de la forme spéciale sous laquelle l'électricité atmosphérique se décharge sur la terre dans les régions

polaires en produisant l'aurore boréale. Nous renvoyons à des recherches subséquentes l'étude détaillée de ce problème, et nous passerons maintenant à un parallèle rapide entre le phénomène de l'aurore polaire et celui des orages.

§ 10. Comme nous l'avons dit plus haut, nous croyons que l'électricité atmosphérique provient directement ou indirectement du phénomène général de l'évaporation à la surface de la terre. L'électricité ainsi développée et répandue dans l'atmosphère avec la vapeur d'eau, se montre surtout sous les trois formes suivantes :

1° Comme électricité atmosphérique proprement dite, répandue sur les molécules d'air.

2° Comme électricité des nuages, accumulée sur les vapeurs d'eau condensées et se manifestant à nous sous la forme d'éclairs de première espèce.

3° Comme électricité de l'espace d'air raréfié et se montrant à nous sous forme d'éclairs de seconde espèce et de lumière polaire ou d'aurore boréale.

Quant à la terre même, elle est électrisée négativement par suite aussi de la même cause, l'évaporation, mais nous ne sommes pas encore certains qu'il n'y ait pas d'autres causes qui interviennent pour produire cette électricité négative.

Pour ce qui est de l'électricité atmosphérique proprement dite, nous partageons l'opinion de M. Holmgren, que nous avons indiquée plus haut, à savoir qu'elle résulte d'un courant lent et très-faible qui va de haut en bas, et que l'électricité négative de la terre peut aussi se communiquer aux couches inférieures de l'atmosphère, qu'on a trouvées par exception négatives. Du reste, l'é-

lectricité atmosphérique proprement dite joue probablement un rôle secondaire dans les phénomènes électriques dont nous nous occupons.

On voit par le nombre et la distribution des orages comment se comporte l'électricité des nuages. Leur nombre et leur violence vont en diminuant de l'équateur jusqu'au 70me degré de latitude, où ils cessent entièrement; mais dans les contrées les plus septentrionales ils se montrent encore quelquefois presque avec la même violence qu'à l'équateur, en prenant souvent la forme de coup de foudre, comme nous l'avons dit dans un Mémoire précédent déjà cité. Cette décroissance des orages résulte probablement de ce que l'évaporation diminue de l'équateur vers les pôles, et avec elle la quantité d'électricité qui est transportée dans l'atmosphère et dans la région des nuages, ainsi que du plus grand pouvoir conducteur de l'air, surtout dans certaines saisons. Le fait que les orages, lorsqu'ils se montrent parfois dans les contrées septentrionales, ont une grande violence et sont accompagnés de coups de foudre, provient de ce que la région des nuages se trouve abaissée aux pôles comme l'espace d'air raréfié. L'éclair et le coup de foudre résultent de ce que deux couches de nuages, l'une plus près de la terre, l'autre plus loin, se rencontrent dans l'espace; l'électricité positive des deux couches de nuages est alors attirée par l'électricité négative de la terre; la — E repoussée vers le bord supérieur du nuage inférieur et la + E, attirée au bord inférieur du nuage supérieur, ne tardent pas à se combiner sous forme d'éclair. Après cette neutralisation, il reste encore la tension électrique entre la terre et le nuage inférieur; mais elle est détruite presque entièrement par un courant continu qui s'établit entre ce nuage

et la terre à travers la couche d'air très-humide qui les sépare et qui est probablement favorisé encore par les aspérités du sol, lesquelles facilitent beaucoup le dégagement de l'électricité.

Cette neutralisation s'accomplit beaucoup plus facilement quand il pleut; mais si elle ne se fait pas, ou si elle est trop difficile, il est clair qu'il doit se produire un coup de foudre, parce que la + E du nuage se fraie alors violemment un passage vers la terre. Plus le nuage est bas, plus cette circonstance aura chance de se produire. L'abaissement des nuages vers les pôles favorise donc la fréquence des coups de foudre dans les contrées septentrionales.

Une partie de l'électricité produite par l'évaporation est transportée par la vapeur d'eau aux plus hautes régions de l'atmosphère et atteint l'espace d'air raréfié *conducteur* où la pression est de 4^{mm} à 5^{mm}. Ici l'électricité se répand sur un conducteur relativement bon, et d'après ce que nous avons vu plus haut, elle s'y distribue de telle sorte que sa densité est environ de 9 $^0/_0$ plus grande aux pôles qu'à l'équateur. La force qui s'exerce dans la direction du rayon de la terre, entre l'E négative de la terre, et l'E positive de l'espace d'air raréfié sera environ de 42 $^0/_0$ plus grande au pôle qu'à l'équateur à cause de l'abaissement que cet espace d'air raréfié subit vers les pôles. La réunion des deux électricités rencontre comme obstacle le pouvoir isolant de la couche d'air intermédiaire. Si cette couche d'air est sèche, son pouvoir isolant est grand, et il ne peut s'établir qu'un courant très-faible entre les deux E de nom contraire. Si elle est humide, son pouvoir isolant diminue et l'intensité du courant s'accroît. Ainsi donc, suivant le degré d'humidité de l'air, le courant at-

teindra ou non une intensité suffisante pour produire des phénomènes lumineux. Figurons-nous par exemple la colonne d'air m n r s (fig. 3), avec sa base sur la terre et s'étendant de bas en haut verticalement jusqu'aux limites extrêmes de l'atmosphère ; on a à peu près le cas qui a été réalisé dans l'expérience décrite dans la première partie de ce mémoire : la surface de la terre est le corps électrique, l'espace d'air raréfié à 40^{mm}, 30^{mm} et au-dessous, jusqu'à 5^{mm}, répond au tube de Geissler, et entre deux se trouve la couche d'air isolant qui, dans les circonstances ordinaires, empêche la combinaison de la $+$ E du conducteur d'air avec la $-$ E de la terre, de s'effectuer avec assez d'énergie pour développer des phénomènes lumineux. Arrive maintenant un vent du sud amenant avec lui des vapeurs d'eau qui se condensent par suite de la température plus basse des contrées polaires, le pouvoir isolant de la couche d'air intermédiaire en est considérablement diminué, et si le vent du sud est suffisamment humide, si la couche d'air qui est en mouvement a une profondeur assez grande, l'intensité du courant s'accroît au point qu'il apparaît sous forme de longs rayons dans l'espace d'air raréfié seulement, tandis que le courant même continue évidemment jusqu'à la terre. Suivant le degré d'humidité de la couche d'air qui s'étend de la surface de la terre jusqu'à la zone atmosphérique qui est à 5^{mm} de pression environ, le passage du courant produit ou non des effets lumineux ; de là les arcs doubles et triples de l'aurore boréale qui se développent alors comme le montre l'expérience décrite au § 7. Ces rayons lumineux étant produits par des courants électriques qui suivent des conducteurs flexibles dans toutes leurs parties, la force magnétique leur imprime une direction spéciale parallèle

à la direction de l'aiguille d'inclinaison. D'un autre côté, ils doivent s'attirer mutuellement, puisqu'ils vont tous dans le même sens. Il doit donc se produire une flexion dans les couches d'air supérieures, l'intensité du courant étant plus grande dans ces couches où la résistance est moindre. Des expériences subséquentes pourront montrer comment cette flexion agit sur la formation de la couronne de l'aurore.

L'air raréfié étant conducteur, la neutralisation des deux électricités doit s'y effectuer sous forme d'un courant lent, et non par décharge violente comme dans l'éclair.

Les phénomènes d'aurores boréales très-étendus et qui embrassent un grand espace s'accomplissent généralement comme il vient d'être dit, mais il est clair que le même phénomène peut se produire autrement. Figurons-nous qu'un nuage chargé de + E soit poussé par le vent des contrées méridionales vers les régions polaires ; il peut arriver que la + E du nuage s'écoule lentement dans la terre, sans effet lumineux, et que la + E de l'espace d'air raréfié se combine avec la — E du nuage, avec production de lumière. Nous avons observé plusieurs fois ce cas pendant l'expédition polaire suédoise de 1868 : il arrivait que les bords supérieurs des nuages luisaient, et cette forme du phénomène se développa surtout d'une manière brillante, le 14 et le 15 octobre, pendant une tempête sur la mer dans les environs de Buren-Eiland [1].

Il est clair que la nature de la surface de la terre dans les contrées où se produit l'aurore boréale a une influence considérable sur le phénomène. Si la surface est

[1] Voyez le mémoire cité plus haut, *Archives* 1871, tome XLI, page 154.

égale et plane, le passage du courant devient plus difficile, mais si elle présente des aspérités, le passage du courant sera beaucoup facilité. Une surface couverte de neige et de glace doit donc être peu favorable au courant, mais elle contribue d'un autre côté à augmenter la tension avant que la neutralisation commence, et c'est pourquoi les aurores boréales se montrent le plus souvent en hiver. Elles ne sont point rares toutefois à la fin de l'été et au commencement de l'automne[1].

Pour ne pas trop allonger ce mémoire, nous renonçons pour le moment à poursuivre l'application de notre théorie pour toutes les singularités qui ont été observées dans l'aurore boréale, et nous nous bornons à indiquer que la plupart d'entre elles, sinon toutes, peuvent être expliquées d'une manière satisfaisante. Cette application deviendra aussi plus sûre, plus scientifique, lorsqu'elle sera fondée sur des recherches prolongées. Celles-ci devront porter sur les phénomènes lumineux tels que nous les avons réalisés dans des tubes de Geissler et sur la manière dont ils varient avec la source de l'électricité, avec la nature du conducteur électrique, avec l'état électrostatique de la couche d'air interposée ; enfin sur l'analyse spectrale du phénomène, sur l'observation du courant qui accompagne l'aurore polaire, et cette recherche doit être

[1] Nous tenons à rapporter ici un cas singulier qui fut observé pendant l'expédition en Laponie, 1871-1872 ; l'aurore ne présenta qu'un seul rayon qui se dressait au-dessus de la montagne de Luosmavaara, où était posé un appareil d'écoulement de l'électricité composé de fines pointes de fil de cuivre mises en communication avec la terre. On ne peut pas l'affirmer, mais il semble bien probable toutefois que le rayon résultait de la présence de l'appareil en ce lieu. On peut en tout cas rapprocher ce fait de l'expérience décrite au § 6, et qui montre qu'une seule pointe à la sphère électrique peut augmenter la distance à laquelle le tube de Geissler commence à s'éteindre.

accompagnée d'un examen du *courant électrique de la terre* et de l'électricité de la terre et de l'atmosphère même. Cette recherche ne devrait se faire que dans les régions septentrionales.

Nous allons pourtant parler ici de deux points : la hauteur de l'aurore polaire au-dessus de la terre et sa périodicité.

Les mesures qui ont été faites pour la détermination de la hauteur de l'aurore polaire au-dessus de la terre, n'ont donné que des résultats approximatifs qui suffisent toutefois à démontrer qu'elle est bien au-dessus de la couche d'air dans laquelle le pouvoir conducteur est au maximum. On a en général fixé le bord inférieur de l'arc de l'aurore boréale à environ 50 milles anglais = 84,25 kilomètres au-dessus de la surface de la terre[1], c'est-à-dire plus du double de la hauteur *du conducteur* d'air atmosphérique que nous avons considéré. Nous avons montré dans un mémoire précédent que cette hauteur peut varier beaucoup, de même que l'aurore polaire dans les contrées septentrionales peut s'abaisser jusqu'à la région des nuages. Les expériences faites avec les tubes de Geissler prouvent qu'il peut se produire un effet lumineux à une pression de 40^{mm}, et si l'air possède assez d'humidité, jusqu'à 140^{mm} quand la charge du corps électrique est assez grande. Ceci n'est pas le cas avec la terre, car sa densité électrique est très-petite, mais sa grande surface compense largement. En effet, notre expérience avec les différentes sphères a montré qu'une plus grande sphère avec la même charge illuminait un tube de Geissler à une distance où avec une sphère plus petite il y avait plus

[1] Voyez Loomis, l. c., page 218-221.

d'effet. La hauteur de l'aurore boréale reste dans tous les cas petite en comparaison du rayon de la terre. Mais, même si la distance de l'aurore boréale à la terre devait être portée à 80 ou 100 kilomètres, cela n'infirmerait point notre opinion, car quoique le pouvoir conducteur soit au maximum à une pression de 5^{mm}, il ne s'ensuit pas qu'un phénomène lumineux doive se montrer le plus facilement à cette pression. Cela dépend de la chaleur développée par le courant qui fait rougir les molécules de gaz et ceci peut avoir lieu par un courant beaucoup plus faible lorsque le gaz est raréfié, car alors la quantité de chaleur nécessaire est beaucoup plus petite. La grande distance de l'arc et des rayons de l'aurore boréale à la terre prouve donc seulement que le conducteur atmosphérique a une extension considérable vers les régions supérieures. Le plus souvent le phénomène commence dans les couches les plus basses du conducteur atmosphérique (elle commence dans la règle par un arc qui se prolonge vers le haut par des rayons ou des jets de lumière ondulés). Ce sont donc les couches inférieures du conducteur qui jouent le rôle le plus important. Le courant qui traverse les couches supérieures résulte évidemment de ce que l'équilibre est détruit par les courants qui vont des couches inférieures vers la terre. Ces couches semblent du reste se neutraliser assez vite, à juger par la courte durée des rayons de l'aurore comparée à celle de l'arc même, ce qui prouve en outre qu'ils n'ont qu'une signification secondaire, le phénomène principal demeurant *le courant électrique du conducteur* atmosphérique vers la terre à travers toute la couche d'air intermédiaire.

Nous dirons encore un mot de la double périodicité de

l'aurore boréale, l'une de 10 ans, l'autre de 60 ans, qui semble être bien établie par les travaux de Wild, Loomis et autres. La théorie que nous avons énoncée découle de l'hypothèse que l'aurore boréale est un phénomène appartenant entièrement à notre globe et est produite par des forces qui ont leur siége sur la terre même. Le système des deux conducteurs de la terre et de l'espace d'air raréfié, n'exclut pas la possibilité d'une influence électrique directe du soleil et des planètes qui a été regardée comme la cause de la variation périodique; mais la supposition d'une telle influence directe ne devient nécessaire que si la météorologie prouve qu'une pareille périodicité n'existe pas dans les phénomènes qui ont leur cause dans la chaleur du soleil, comme par exemple les cyclones et les tempêtes. Si au contraire cette périodicité vient à être prouvée elle toucherait dans ce cas à d'autres phénomènes, tels que la quantité d'évaporation à la surface de la terre, et il faudrait considérer les périodes de l'aurore boréale comme une conséquence de la périodicité dans les dits phénomènes météorologiques, périodicité dont il faudrait rechercher la cause seulement dans les changements du soleil accusés par les périodes correspondantes des taches de ce corps.

La solution de cette question nous paraît importante pour l'étude des phénomènes électriques sur la terre et dans l'atmosphère, parce que la possibilité de découvrir les lois du phénomène sera alors plus grande.

NOTICE SUR UN NOUVEAU PARASITE

DE

QUELQUES PLANTES DE LA FAMILLE DES MALVACÉES

par **J.-B. SCHNETZLER**, prof.

D'après Durieu de Maisonneuve un champignon de la division des Hypodermii (Uredineæ), *Puccinia Malvacearum* Mont., à pénétré en France depuis peu de temps. Originaire probablement du Chili où Bertero l'observa sur *Althœa officinalis,* il fut observé en France pour la première fois en 1873. Au mois d'août de la même année Durieu trouva le champignon dans le jardin botanique de Bordeaux d'où il se répandait rapidement dans les environs. On le constata sur Malva sylvestris, M. nicæensis, M. rotundifolia, Althæa rosea, Lavatera Olbia et L. mauritanica. Durieu ne pouvait pas le constater sur Althæa officinalis. Avant de connaître ces faits, Magnus avait reçu le champignon d'Angleterre où il avait été trouvé sur Malva sylvestris et Althæa rosea [1].

Dans le « Naturforscher » (août 1875 p. 311) se trouve une notice de Magnus sur la marche rapide et l'extension de Puccinia Malvacearum dans l'Europe mé-

[1] *Botanischer Jahresbericht* von Dr L. Just, 1873, p. 572. Magnus über die Einwanderung zweier Rostpilze.

ridionale et centrale. Nous voyons d'après la notice intéressante de Magnus comment le nouveau parasite s'est répandu à partir de la France et de l'Angleterre en suivant les côtes de la mer en Hollande, en Danemark jusqu'à Lubeck. D'un autre côté, en partant de la France, il a passé par Strasbourg, jusqu'à Rastatt, Stuttgart, Nuremberg, Erlangen et Baireuth. On l'a trouvé également près d'Hyères, dans la Campagne de Rome et à Naples.

Comme dans la notice de Magnus il n'est pas question de la Suisse, il y a peut-être quelque intérêt à communiquer les observations suivantes.

Au mois de septembre 1875 j'observai dans un jardin à Lausanne (Suisse), sur des feuilles de *Malva mauritanica* L. et d'*Althæa officinalis,* des taches qui variaient du jaune clair jusqu'au brun. En examinant ces taches à la loupe et au microscope on les voit formées de petites protubérances arrondies. à la face inférieure des feuilles et sur les pétioles. On les trouve sur les sépales du calice de même que sur les carpelles. Ces protubérances après avoir soulevé et percé l'épiderme forment des coussinets arrondis, bombés d'environ 1^{mm} de diamètre; la couleur varie du jaune jusqu'au brun foncé.

Sous le microscope, ces coussinets se composent presque entièrement des spores pédicellées de *Puccinia Malvacearum.* Chacune de ces spores formées de deux cellules ovoïdes est supportée par un pédicelle incolore (Sterigma). Quelquefois plusieurs coussinets de ces spores se fondent ensemble et forment ainsi un corps arrondi ou allongé, bombe. J'ai observé ce fait surtout à la surface supérieure du fruit. Les spores dont nous venons de parler sont ce qu'on a appelé des spores d'hiver (Teleutospores De Bary). Ordinairement ces spores d'hiver

germent au printemps et leurs sporidies parviennent sur une plante différente de celle qui a nourri le parasite pendant la phase de sa vie où il fut rangé autrefois dans le genre Aecidium, etc. Les Teleutospores de Puccinia Malvacearum germent encore en septembre sur la plante sur laquelle s'est formée la Puccinia. J'ai observé cette germination surtout sur la partie supérieure du fruit de M. mauritanica où le filament qui sort de la Teleutospore forme des sporidies incolores, ovales dont le mycelium pénètre dans le parenchyme des carpelles.

Parmi les coussinets observés sur les feuilles à la fin de septembre, un certain nombre se distinguaient par leur couleur foncée, presque noire. L'enveloppe de ces coussinets était résistante, les Teleutospores qui les formaient étaient de couleur plus foncée. Ces coussinets noirs sont souvent formés par la confluence de plusieurs coussinets isolés.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

A.-W. WRIGHT. EXAMINATION OF GAZES.... EXAMEN DES GAZ EXTRAITS DE LA MÉTÉORITE DU 12 FÉVRIER 1875. (*Am. Journ. of Sc. and Arts* (3), IX, p. 459, et X, p. 44.)

Cette météorite, tombée dans le comté d'Iowa (État d'Iowa) le 12 février 1875, est d'une nature pierreuse et contient un grand nombre de petits grains de fer métallique accompagnés de pyrite magnétique (troïlite). Quatre centimètres cubes environ de la météorité pulvérisée sur lesquels on a opéré, ont donné des quantités de gaz qui variaient avec la température. A 100°, le mélange gazeux consistait en 95,46 pour cent d'acide carbonique, et 4,54 pour cent d'hydrogène. De 200-250°, on a obtenu une plus grande quantité de gaz, mélangés comme suit : $CO^2 = 92,32$; $CO = 1,82$; $H = 5,86$. L'expérience fut arrêtée au rouge, avant que le dégagement eût entièrement cessé; la quantité totale de gaz recueillie représente environ deux fois et demie le volume de météorite employé, soit à peu près vingt fois celui du fer. La table suivante montre la composition du mélange gazeux obtenu à différentes températures :

	à 100°	à 250°	Au-dessous du rouge	Au rouge naissant	Au rouge
CO^2	95,46	92,32	42,27	35,82	5,56
CO	0,00 (?)	1,82	5,11	0,49	0,00
H	4,54	5,86	48,06	58,51	87,53
Az	0,00	0,00	4,56	5,18	6,91

On n'a trouvé ni gaz des marais, ni hydrocarbone absorbable par l'acide sulfurique fumant. L'hydrogène sulfuré, l'acide sulfureux et le chlore étaient également absents.

D'après ce qui précède, il est facile de voir que les gaz extraits de l'aérolithe d'Iowa diffèrent notablement de ceux trouvés par Graham dans le fer de Lenarto [1].

M. Wright a aussi étudié le spectre que ces mélanges gazeux donnent introduits dans des tubes de Geissler. Comme l'on devait s'y attendre, ce spectre était une superposition de ceux du carbone et de l'hydrogène, le premier présentant une intensité relative plus grande. Sous une pression de quelques millimètres seulement, le spectre de l'hydrogène était faible et presque masqué par l'autre. Les trois bandes moyennes du carbone étaient très-brillantes, la verte étant la plus intense. Dans la partie la plus élargie du tube, ces bandes constituaient la presque totalité du spectre, la bande verte de l'hydrogène demeurant seule avec peine et encore peu visible. Ces trois bandes sont précisément celles que l'on a observées dans le spectre des comètes et elles ont le même ordre relatif d'intensité.

Ce fait a une certaine portée puisqu'il montre qu'il n'est pas nécessaire d'admettre la présence d'hydrogènes carbonés dans ces météores; celle des deux oxydes du carbone suffit, surtout si l'on ne perd pas de vue que la tension doit être excessivement faible.

En résumé, les conclusions de l'auteur sont les suivantes :

1° Les météorites pierreuses se distinguent des fers météoriques en ce que les oxydes du carbone en sont les gaz caractéristiques au lieu de l'hydrogène.

2° La proportion d'acide carbonique émise est plus grande

[1] H = 86,68 ; CO^2 = 4,46 ; Az = 9,86.
J.-W. Mallet a extrait du fer d'Augusta C° (Virginie) un mélange contenant : H = 35,83 ; CO = 38,33 ; CO^2 = 9,75 ; Az = 16,09. Le volume du gaz était égal à 3,17 fois celui du métal employé.

à une basse qu'à une haute température, et elle est suffisante pour masquer le spectre de l'hydrogène [1].

3° La quantité de gaz contenue dans une grosse météorite ou dans un essaim de petites agissant comme un noyau cométaire, est suffisante pour former la queue et la chevelure.

4° Le spectre de ces gaz est identique à celui de plusieurs comètes.

En s'appuyant donc sur les travaux de Schiaparelli, de Newton et d'Oppolzer, on peut, d'après ce qui précède, considérer une comète comme un très-gros aérolithe, ou un essaim de plus petits, contenant de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène, et perdant ces gaz sous l'influence de la chaleur solaire. La substance gazeuse, en s'échappant, formerait la queue, et serait visible soit parce qu'elle devient lumineuse à la manière des gaz dans les tubes de Geissler, soit parce qu'elle réfléchit la lumière solaire.

La perte de substance gazeuse sous l'action de la chaleur solaire expliquerait le retrait de la queue et la diminution d'éclat observées chez plusieurs comètes dans leurs révolutions successives [2].

M. Delafontaine.

[1] Ceci est peut-être une généralisation trop hâtive, puisque l'on n'a examiné encore qu'un petit nombre d'aérolithes sous ce rapport. M. D.

[2] Il y a deux choses à considérer dans la communication de M. Wright qui vient d'être analysée : la relation de faits très-intéressants à propos des gaz contenus dans les météorites et des déductions théoriques relativement à la constitution des comètes. C'est au sujet des dernières que je désire présenter quelques courtes remarques.

L'été dernier, j'écrivais ce qui suit (Chicago Tribune, July 13, 1874) comme conclusions de mon étude de la comète Coggia :

« ..... Ni la tête ni la queue de la comète n'est une masse solide ou liquide. La masse principale, et surtout le noyau, est formé d'un gaz incandescent, probablement d'une vapeur carbonée ou de quelque composé de carbone exempt d'hydrogène. Le fait que, dans quelques

M. Otto Gumoelius; Arcs-en-ciel se croisant, avec une note de M. Rubenson. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Stockholm*, 1875, n° 3, p. 83.)

M. Gumœlius se trouvant le 19 juin 1874 à Nya Kopparberg, dans la partie septentrionale de la province d'Oerebro en Suède, a eu l'occasion d'admirer à 8 heures et demie du soir un effet de lumière assez rare.

Pendant l'après-midi de ce jour la pluie tombait à flots presque sans interruption ; le ciel était à peu près uniformément couvert de nuages foncés d'une teinte uniforme. Entre deux averses, à l'heure indiquée plus haut, M. Gumœlius sortait de la maison et fut aussitôt arrêté dans sa marche par l'apparition éclatante d'arcs-en-ciel multiples et s'entre-croisant.

parties, l'on voit un spectre continu, semble indiquer la présence de particules solides flottant dans la masse gazeuse et réfléchissant la lumière solaire. Cependant je n'y crois guère; sans nier le fait de la réflexion solaire, il me semble qu'une plus grande condensation du gaz dans et autour du nucleus peut tout aussi bien rendre compte de l'éclat de la lumière. Quant à la queue, quoique composée de la même matière que la tête, elle est tellement raréfiée qu'elle donne seulement un faible spectre quand encore elle en donne un.

Un des faits qui m'empêchent de croire à la présence de parties solides dans la comète de Coggia, à moins qu'elles ne soient excessivement fines et ténues, est la grande transparence de ce corps, qui est telle que, vendredi soir, nous pouvions voir, à travers la comète, M. le professeur Young, de Dartmouth College, et moi, une étoile de la septième grandeur, tandis que mon compagnon estimait l'éclat de la comète elle-même égal à celui d'une étoile de deuxième grandeur.... »

Comme on le voit, quelque malaisé qu'il soit de comprendre comment un gaz peut se concentrer dans l'espace interplanétaire en une masse de la forme et structure des comètes, je n'avais pas cru devoir faire intervenir l'hypothèse d'un noyau central solide. Or c'est là précisément ce que fait M. Wright. Pour le moment du moins, il me semble pourtant difficile d'admettre que le nucleus des comètes soit

L'endroit d'où l'observation a eu lieu est un assemblage de maisons de fermes, groupées autour de l'église de Nya Kopparberg dans le fond d'une vallée assez large se dirigeant au sud-ouest et au nord-ouest; les collines qui bordent la vallée sont assez élevées sans être escarpées; elles sont couvertes de forêts de pins dans les parties supérieures et d'arbres à feuilles dans les parties basses, laissant le fond de la vallée aux champs cultivés, qui sont traversés par un assez fort cours d'eau, serpentant entre quelques bosquets d'arbres avant d'alimenter des usines.

Le soleil, qui avait été caché pendant toute l'après-midi, se montra subitement à travers une déchirure de nuages à l'horizon et produisit dans la vallée le brillant phénomène en question.

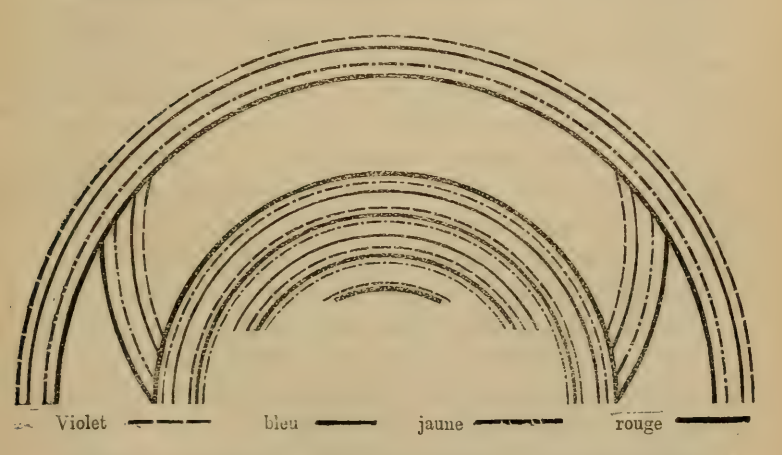
Les parties supérieures des versants des collines couvertes de pins, sombres par elles-mêmes mais dans ce moment éclairées, paraissaient encore plus sombres en comparaison

composé d'une grande météorite, ou d'un essaim de ces corps. En effet, suivant M. Wright lui-même, la pierre d'Iowa C° a cédé une quantité de gaz dont le volume était environ deux fois et demie seulement celui du solide employé, et encore, une partie n'était-elle expulsée qu'à une température rouge. Or, quel que soit le réchauffement subi par un corps en se rapprochant du soleil, l'on ne peut croire qu'il atteigne le rouge à une distance de 25 millions de lieues (celle de la comète Coggia, vers la mi-juillet, l'an dernier). Les météorites charbonneuses des environs d'Alais et celle, beaucoup mieux connue, tombée à Orgueil près de Montauban, le 14 mai 1864, prouvent que ces corps peuvent traverser l'espace et cependant retenir une forte proportion d'eau et de matières volatiles semblables à la tourbe ou à certaines lignites. Il faudrait donc admettre, pour la production de l'énorme volume gazeux requis pour former une comète, quelque raréfiée qu'elle puisse être, des aérolithes d'une taille telle qu'ils pourraient difficilement échapper à la vue des observateurs pourvus de télescopes puissants.

En résumé, sans nier le moins du monde la parenté très-probable, presque démontrée, des comètes, des météorites et des étoiles filantes, je crois que la théorie de M. Wright demande à être appuyée par un plus grand nombre de faits. M. D.

des parties inférieures couvertes d'arbres dont le feuillage vert clair du printemps et garni de gouttes d'eau était étincelant. L'air d'une transparence parfaite permettait de distinguer les moindres détails dans la vallée, qui, bien qu'éclairée, avait un aspect plus froid. La ligne de séparation entre les parties éclairées et les parties plus sombres suivait à peu près une horizontale le long des versants. Le tableau se terminait au loin dans le sud-est par les arcs-en-ciel entre-croisés, qui brillaient des couleurs les plus vives et dont le dessin ci-dessous donne un aperçu.

Les arcs-en-ciel paraissaient reposer sur les versants des collines. Les arcs ordinaires présentaient des demi-cercles dont le centre se trouvait au milieu de la vallée un peu au-dessus du thalweg. Les arcs croisants, qui au sens propre du mot ne *croisaient* pas, puisqu'ils ne s'étendaient de la base de l'arc intérieur que jusqu'à la partie inférieure de l'arc extérieur à une hauteur qui pouvait être estimée environ à 45° au-dessus du diamètre horizontal, avaient leur centre approximativement au sommet de l'arc intérieur.



Violet bleu jaune rouge

Ces arcs croisants offraient les mêmes dispositions de couleurs que les arcs intérieurs : le rouge était en dehors, le violet en dedans ; l'arc extérieur présentait la disposition inverse.

Le sommet de l'arc extérieur n'était pas visible. Dans l'arc intérieur on apercevait distinctement deux répétitions de couleurs et des indices d'une troisième.

Tout le phénomène dura quelques minutes, le soleil se cacha de nouveau et la pluie recommença.

M. Gumœlius regrette de donner si peu de détails, consignés après la fin de l'apparition, et l'explique par le saisissement qu'il a éprouvé et qui l'a réduit à être spectateur plutôt qu'observateur.

M. Rubenson, qui a communiqué à l'Académie des Sciences de Stockholm cette relation des observations de M. Gumœlius, a ajouté les réflexions suivantes:

Le phénomène observé par M. Gumœlius est sans contredit extrêmement rare. On rencontre cependant dans la littérature météorologique quelques autres exemples d'arcs-en-ciel offrant des positions irrégulières. Dans un mémoire académique intitulé: « Des opinions les plus accréditées sur les arcs-en-ciel, » M. Annerstedt a rassemblé tous les exemples connus d'arcs-en-ciel irréguliers. Ce n'est pas la première fois qu'on observe en Suède des arcs-en-ciel présentant des positions extraordinaires. Outhier en a vu en Laponie en 1736 et Anders Celsius en Dalécarlie en 1742. A.-J. Angström a aussi observé un phénomène analogue dans le Jemtland en 1848.

La position de l'arc extraordinaire à l'égard des deux arcs ordinaires est généralement de telle nature qu'on peut l'expliquer par la réflexion de l'image du soleil sur une surface d'eau d'une certaine étendue située derrière l'observateur. Dans cette supposition on peut entre autres faire remarquer que l'arc irrégulier coupe l'arc principal à l'horizon et que ces deux arcs offrent la même disposition de couleurs [1]. A

[1] Une propriéte analogue est partagée par un autre arc irrégulier qui correspond à l'arc secondaire. Ces arcs se coupent l'un l'autre

cet égard la figure tracée par M. Gumœlius concorde aussi bien avec les descriptions que l'on possède d'observations antérieures qu'avec l'explication que nous venons de donner sur la formation de ce phénomène. N'ayant pu trouver dans la description de la contrée exposée par M. Gumœlius aucun éclaircissement sur l'existence probable d'une étendue d'eau dans la situation voulue pour produire le phénomène, vu de la place où se trouvait l'observateur, j'ai consulté la carte du bureau topographique concernant la partie septentrionale de la province d'Oerebro. Celle-ci indique effectivement une étendue d'eau dans la direction du nord-ouest du lieu d'observation, toutefois elle serait située à une distance d'un tiers de mille suédois.

Mais quand bien même les détails que nous venons de donner sont favorables à l'explication du phénomène par la réflexion de la lumière du soleil sur une eau tranquille, la figure tracée par M. Gumœlius ne s'accorde pas avec cette supposition. En effet le centre de l'arc irrégulier doit se trouver à la même hauteur au-dessus de l'horizon que le soleil, parce que la distance de l'image du soleil au-dessus de l'horizon est égale à la hauteur du soleil. Cette hauteur à 8 heures et demie du soir à la latitude en question est de 3° à 4°.

Le sommet de l'arc irrégulier ne peut dépasser 46°. Mais au même moment les sommets des deux arcs réguliers se trouvent à 38° et 47° au-dessus de l'horizon. Il résulte de cela que l'arc irrégulier aurait dû se former en entier entre les arcs réguliers et être à peu près tangent à la partie intérieure de l'arc supérieur. La figure de M. Gumœlius indique une position tout autre de l'arc irrégulier : son centre est situé à une hauteur bien plus grande que 4° au-dessus de l'horizon

aussi à l'horizon et leurs couleurs sont disposées de la même manière. M. Brandes a observé un arc de ce genre au bord de la mer du Nord, se présentant simultanément avec les deux arcs réguliers et celui décrit dans le texte. Les deux arcs irréguliers devaient leur apparition à la réflexion du soleil sur la surface de la mer.

et paraît ne pas s'éloigner beaucoup du sommet de l'arc principal, ainsi que le marque la relation du phénomène.

Je ne me charge pas d'expliquer cette différence. Si l'on pouvait supposer que la figure est le résultat d'une conception erronée du phénomène, ce que je ne suis en aucune façon fondé à admettre, et que l'arc irrégulier était effectivement tangent à l'arc extérieur, il serait facile de comprendre pourquoi *le sommet de l'arc extérieur n'était pas visible.* En ce point se seraient rencontrées en effet les couleurs appartenant à deux arcs dont les couleurs prismatiques sont disposées dans un ordre inverse. Un phénomène de ce genre a été observé par Halley en 1698 et se trouve décrit dans le Traité d'optique de Brewster.

Piazzi Smyth. Spectroscopic prevision of rain.... Prédiction de la pluie au moyen du spectroscope quand le baromètre est haut. (*Nature*, July 22 and 29 1875, vol. XII, p. 231 et 252.)

L'auteur raconte qu'il était à l'Académie des Sciences à Paris, quand M. Leverrier annonça (le 7 juillet) une période de temps sec, juste avant que les terribles inondations du Sud eussent commencé, la conclusion de son discours étant que « tous les mauvais symptômes s'étaient dissipés, que le baromètre était haut en Angleterre, et que toutes les probabilités s'accordaient pour faire prévoir le beau temps. »

Chaque jour, dit M. Piazzi Smyth, le temps devint au contraire pire, plus sombre et plus humide ; de là, il se rendit à Londres où il faisait encore plus mauvais (14, 15 et 16 juillet). Durant tout ce temps à Londres, un spectroscope de poche laissait voir à l'auteur, de quelque côté du ciel qu'il fût pointé, une large bande obscure du côté le moins réfrangible de D et sur cette raie même. Cette bande avait une telle in-

tensité qu'elle devenait le trait principal du spectre, et, quoique indubitablement d'origine tellurique, elle différait des lignes telluriques observées au coucher du soleil en temps ordinaire. M. Piazzi Smyth, ayant quitté Londres le 16, put s'assurer que cette bande n'était pas due à une action absorbante de la fumée de cette métropole, car, à mesure qu'il s'en éloignait, la pluie cessait, les nuages diminuaient et la bande aussi. A York, où le sol était sec et le temps superbe, la ligne D était seule visible avec la plus grande netteté.

Cette observation montre que la pluie était accompagnée de la production de bandes obscures et nébuleuses dans le spectre de la lumière diffuse, quoique le baromètre fût haut.

Mais, le matin du 17, à Édimbourg, le temps était superbe, l'atmosphère transparente et le ciel bleu, avec un léger vent de N.-E. ; il en fut de même toute la journée, et cependant le petit spectroscope de poche, déjà employé dans les observations précédentes, montrait la raie D sept fois plus épaisse que de coutume et accompagnée de l'autre bande nébuleuse déjà mentionnée, chaque fois qu'il était dirigé contre les quelques nuages visibles au nord près de l'horizon. Quand l'instrument était pointé plus haut que ces nuages, le spectre habituel seul était visible. Ceci se passait à 2 heures après midi. A dix heures du soir, quoique le baromètre fût encore très-haut et qu'il eût à peine baissé, le ciel se couvrit entièrement de nuages et, à 11 heures, il se mit à pleuvoir pour le reste de la nuit, le lendemain et le surlendemain. Tout le temps, le baromètre est resté haut, tandis que, à l'exception de la ligne E, toutes les lignes du spectre se transformaient en bandes obscures, celle de la région D étant la plus caractéristique.

Le 20, ces bandes anomales commencèrent à diminuer et le temps, quoique sombre encore, s'éclaircit. Le 21 et le 22, le spectre était normal et le temps beau. Le 23 fut pluvieux et le spectre normal, mais la pluie venait de l'ouest et le *baromètre était bas* ainsi que la température. Les phénomènes spectroscopiques notés ci-dessus semblent donc en

connexion complète avec une pluie chaude par un vent d'est et un baromètre haut. Le professeur Tait a fait des observations qui confirment de tous points celles de l'astronome royal écossais.

M. D.

A.-M. Mayer. The discovery, etc...... Sur la découverte d'une méthode pour obtenir les thermographes des lignes isothermes du disque solaire. (*Ann. Journ. of sc. and arts* (3), X, 50. Juillet 1875; traduction.)

Le 5 juin 1875, j'ai imaginé, dit l'auteur, une méthode pour obtenir les lignes isothermes du disque solaire. Comme ce procédé peut être la source d'une nouvelle branche de la physique solaire, je crois bon de le faire connaître brièvement, afin d'établir mes droits à sa découverte.

J'ai montré, en juillet 1872, comment on peut tracer, avec une grande précision, la marche et déterminer la forme d'une onde de chaleur transmise dans un cristal, en recouvrant des sections de ce cristal d'une couche d'iodure de cuivre et de mercure de Meusel, que l'on voit devenir noir aux places où la température atteint 70° C. Si l'on fait tomber l'image du soleil sur une feuille de papier noircie d'un côté avec du noir de fumée, tandis que l'autre côté est recouvert d'une couche d'iodure double, l'on peut étudier le disque solaire de la même manière que les sections de cristaux.

La méthode adoptée est la suivante : Commençant avec une ouverture d'objectif qui ne donne pas assez de chaleur pour noircir l'iodure double en aucun point de l'image solaire, j'augmente graduellement l'ouverture jusqu'à ce que j'aie obtenu la plus petite surface d'iodure noirci qu'il soit possi-

ble d'avoir avec un contour défini. Cette surface est l'aire de température maxima. En augmentant l'ouverture de l'objectif, on voit la surface noircie s'agrandir et une nouvelle aire se former avec une ligne isotherme bien définie pour limite; en continuant de la sorte, j'ai obtenu des cartes des lignes isothermes de l'image solaire.... La valeur thermométrique de ces lignes est inversément proportionelle à l'ouverture de l'objectif avec lequel on les obtient.

En tant que l'on admette l'exactitude de ce qui précède j'ai établi, à l'aide de ce procédé, les faits suivants :

1° Il y a sur l'image solaire une aire de température sensiblement uniforme, présentant une intensité maxima.

2° Cette aire de température maxima est de dimensions variables.

3° Elle se meut sur la surface solaire.

4° Elle est entourée de lignes isothermes qui indiquent des dégradations successives de température.

5° Les mouvements de rotation et de translation des isothermes semblent suivre ceux de l'aire de température maxima qu'elles entourent, mais les courbes isothermes et l'aire centrale ont des mouvements indépendants.

Si l'on projette l'image agrandie d'une tache solaire sur la surface noircie, et qu'on place une boîte d'eau chaude de l'autre côté du papier, on peut *développer* l'image de la tache en rouge sur un fond noir. Une méthode semblable permettrait probablement de déterminer les lignes athermiques dans la région ultra-violette du spectre.

M. D.

PHYSIQUE

DEWAR and TAIT. CHARCOAL VACUA.... VIDE FAIT AU MOYEN DU CHARBON. (*Nature*, July 15, 1875, p. 217[1].) Extrait d'une communication faite à la Société royale d'Édimbourg, le 12 juillet.

Avec la pompe pneumatique ordinaire, le meilleur vide que l'on obtienne atteint seulement le $^{1}/_{240}$e de la pression ordinaire.

Regnault, dans quelques-unes de ses expériences, faisait le vide avec la pompe ordinaire, bouillait de l'eau et, quand elle était évaporée, il scellait le vase et y brisait une fiole d'acide sulfurique qui absorbait la vapeur restante.

Andrews fait le vide au moyen de la pompe, de l'acide carbonique et de la potasse.

MM. Tait et Dewar emploient la méthode suivante : ils mettent du charbon de bois dans leur récipient et le maintiennent chauffé pendant qu'ils font le vide avec la pompe à mercure; quand cette opération est terminée, le vase est scellé et laissé refroidir; le charbon absorbe les dernières traces de gaz. Le vide ainsi obtenu est tel que l'étincelle électrique ne peut pas passer entre deux pointes de platine à $^{1}/_{4}$ de pouce de distance.

Les auteurs se sont servis de ce vide pour faire quelques expériences sur de petits disques attachés aux extrémités d'une tige de verre délicatement suspendue. Les disques étaient de moelle ou de liége; un des côtés de chacun noirci avec du noir de fumée.

[1] Il est bon de faire remarquer ici que ce titre ne donne pas une idée suffisante du contenu de l'article qu'il précède. La partie la plus intéressante est sans doute celle qui traite des expériences qui contredisent celles de Crookes (Voyez *Archives*, juin 1875, p. 141). — M. D.

La première chose à remarquer est que la face noircie est plus vite affectée que l'autre. Puisque Crookes a observé qu'il y a répulsion quand le vide est complet et attraction sous la pression ordinaire, il s'ensuit qu'à quelque densité intermédiaire il ne doit y avoir aucune action; et ce point neutre dépend en partie de la conductibilité du corps et de la nature du gaz présent.

Les déflections de l'appareil suivent la loi ordinaire des radiations (celle de l'inverse du carré des distances). Ainsi, quand la source de lumière était à 3 $^3/_4$ pouces du fléau, la déviation était de 88 divisions; à 7 $^1/_2$ pouces, 48 divisions; à 11 $^1/_2$ pouces, seulement 9.

Dans l'expérience suivante, un milieu athermane fut interposé entre la chandelle et le fléau. La lumière étant placée de manière à donner une forte déflection, et un vase de verre ordinaire interposé sur son chemin, la déflection fut amoindrie et devint nulle quand le vase fut rempli d'eau. Une couche de ce liquide de $^1/_4$ de pouce d'épaisseur réduit la déflection à un huitième de sa valeur originale.

L'interposition de corps diathermanes et opaques (sel gemme enfumé, solution d'iode) n'empèche pas la déflection. Pour montrer que la déflection est causée par l'échauffement du disque, les auteurs ont attaché deux disques égaux, l'un de sel et l'autre de verre, aux extrémités du fléau. Le sel gemme restait stationnaire quand le rayon lumineux était projeté sur lui; celui de verre, au contraire, se mouvait : la raison en est évidemment la diathermanéité du sel. D'autres substances (soufre ordinaire, soufre prismatique, phosphore blanc), employées pour faire des disques, ont donné des résultats montrant que les mouvements du fléau sont bien dus à l'échauffement infinitésimal des disques.

Quand on fait l'expérience sous une pression ordinaire, l'action est probablement due à des courants de convection. L'air devant le disque s'échauffe et s'élève; il en résulte un vide partiel en vertu duquel le disque s'avance. Mais, pour

comprendre ce qui se passe dans le vide, il faut considérer combien de gaz il y a dans le vase. La capacité de ce dernier étant d'un litre et la raréfaction poussée à $\frac{1}{4000000}$, le volume du gaz non extrait, ramené à la pression ordinaire, serait celui d'une petite bulle d'un centième de pouce de diamètre.

MM. Thomson, Clerk-Maxwell et Clausius ont montré que dans un gaz, sous la pression ordinaire, la distance moyenne entre deux molécules (ou plutôt collisions) est environ un dix-millième de millimètre. Quand la pression est réduite à $\frac{1}{4000000}$, cette distance moyenne devient 400 millimètres, ou environ un pied et demi.

Ce qui a lieu est ceci : Les particules de gaz se meuvent dans toutes les directions avec une vitesse qui dépend de la température. Quand elles viennent à rencontrer le disque réchauffé, elles rebondissent avec une rapidité plus grande que celles qui ont frappé le côté du disque le plus froid : de là le recul de celui-ci. Si le gaz est dense, les particules ne vont pas loin sans en rencontrer d'autres qui les repoussent, et alors l'action devient perceptible. Dans le cas du refroidissement, les particules reviennent en arrière avec une vitesse moindre et un recul négatif.

Les auteurs ont aussi calculé que l'action mécanique totale exercée sur un centimètre carré de surface noircie, par les radiations d'une lampe de magnésium placée à 15 centimètres, n'excède pas une pression continue de $^1/_{50}$e de milligramme, et que le travail total produit ne se monte pas à un cinq-millionième de l'énergie reçue par les surfaces mobiles.

M. D.

CHIMIE.

M. C. Friedel. Sur les combinaisons moléculaires.

On sait que M. Kekulé a désigné sous le nom de *combinaisons moléculaires* une classe nombreuse de composés caractérisés par ce fait, qu'ils ne paraissent pas obéir aux lois généralement admises de l'atomicité. Ces combinaisons ont été jusqu'ici peu étudiées, soit parce qu'elles semblaient contredire une théorie généralement admise, soit parce que leur instabilité ordinaire et leur facile dédoublement pouvaient à certains égards les éloigner de substances possédant tous les caractères de composés chimiques véritables. Leur non-existence à l'état gazeux avait même été indiquée par quelques chimistes comme leur caractère distinctif.

M. C. Friedel a montré que ce caractère n'avait rien d'absolu, en étudiant l'un des composés, formé par l'union de l'*oxyde de méthyle* avec l'*acide chlorhydrique* et ayant pour formule $C^2 H^6 O, H Cl$.

Mais si ces substances possèdent réellement les caractères de véritables composés chimiques, comment les rattacher à la théorie atomique? Si l'on admet, avec M. Kekulé une atomicité fixe et invariable pour chaque élément, la chose paraît impossible. Mais si, au contraire, on regarde, avec M. Friedel ainsi qu'avec MM. Wurtz et Couper, l'atomicité comme quelque chose de variable, pouvant se modifier avec la nature des atomes et la température, la difficulté disparaît. La formation des combinaisons moléculaires serait ainsi attribuée à l'existence dans certains éléments d'atomicités supplémentaires ne fonctionnant généralement qu'à une basse température. Dans le composé cité plus haut, $C^2 H^6 O, H Cl$, l'oxygène jouerait le rôle d'élément tétratomique.

M. Friedel indique, à l'appui de cette assertion, l'existence de certains composés ($Ag\ O^4$, $Cu^2\ O$, etc.) qui ne peuvent se

comprendre qu'avec l'hypothèse de la tétratomicité de l'oxygène.

La même hypothèse donnerait aussi dans beaucoup de cas l'explication de l'eau de cristallisation des sels, ainsi que la possibilité de l'existence de certains sels doubles.

Sans vouloir discuter tout ce que ces rapprochements ont de plausible, nous ne croyons pas que ces faits soient de nature à faire triompher la théorie atomique des résistances qu'elle a pu rencontrer encore dans l'esprit de certains chimistes. En étant forcé de compliquer ainsi une théorie dont le principal mérite était une certaine simplicité, on s'écarte trop du principe qui veut que les théories simples soient toujours les meilleures.

ERRATA DU CAHIER D'AOUT 1875

Dans l'article p. 257 et suivantes substituer le nom de *Sachs* à celui de Schacht.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE SEPTEMBRE 1875.

Le 2, rosée le matin; forte bise de 10 h. du matin à 6 heures du soir.

3, rosée le matin.

5, forte rosée le matin.

6, rosée le matin.

7 et 8, forte rosée le matin.

12 et 13, forte rosée le matin.

18 et 19, rosée le matin.

24, forte rosée le matin.

27 rosée le matin; fort vent du SSO. dans la soirée.

29, fort vent du SSO. dans la matinée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1 à 8 h. matin	732,83	Le 4 à 4 h. après midi......	729,02
6 à 10 h. matin	732,81	10 à 6 h. soir	725,21
12 à 10 h. soir	731,65	14 à 6 h. soir	724,98
17 à 8 h. matin...........	732,10	21 à 6 h. soir	726,23
25 à 10 h. soir	731,83	29 à 8 h. matin...........	723,05
30 à 10 h. soir	730,15		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	cm
1	732,19	+ 4,53	+16,13	— 0,24	+12,1	+21,4	7,81	—2,40	608	—134	400	870	...	...	N. 1	0,22	20,0	+ 1,8	213,5
2	730,86	+ 3,23	+14,34	— 1,92	+ 8,0	+19,5	7,44	—2,73	640	—104	420	940	...	...	NNE. 2	0,04	19,7	+ 1,6	213,8
3	730,29	+ 2,69	+13,76	— 2,39	+ 7,2	+20,6	8,99	—1,14	770	+ 23	550	950	...	...	N. 1	0,23	19,6	+ 1,5	208,5
4	729,53	+ 1,96	+16,45	+ 0,41	+10,6	+22,0	9,20	—0,89	686	— 63	420	940	...	...	N. 1	0,33	19,6	+ 1,6	205,1
5	731,49	+ 3,94	+19,04	+ 0,12	+ 9,8	+21,9	9,90	—0,15	744	— 8	490	950	...	...	NNE. 1	0,29	—	—	200,0
6	732,16	+ 4,63	+15,98	+ 0,18	+ 9,7	+21,9	10,15	+0,14	753	— 1	560	940	...	...	N. 1	0,03	19,8	+ 1,9	198,9
7	731,41	+ 3,91	+16,07	+ 0,39	+10,0	+21,9	11,06	+1,09	812	+ 55	590	970	...	...	N. 1	0,00	19,8	+ 2,0	195,6
8	729,06	+ 1,59	+16,85	+ 1,29	+10,0	+22,5	11,86	+1,93	830	+ 71	620	950	...	...	N. 1	0,01	19,8	+ 2,0	193,5
9	727,34	— 0,10	+19,11	+ 3,68	+13,1	+25,5	11,99	+2,10	742	— 20	510	920	3,7	3	SO. 1	0,69	19,7	+ 2,0	191,1
10	725,63	— 1,78	+17,76	+ 2,46	+15,5	+21,8	12,96	+3,11	877	+113	660	990	...	...	variable	0,79	19,7	+ 2,1	191,0
11	728,05	+ 0,67	+17,85	+ 2,69	+14,0	+22,5	12,93	+3,12	859	+ 92	670	960	...	...	N. 1	0,64	19,6	+ 2,0	187,0
12	730,80	+ 3,44	+18,43	+ 3 40	+14,2	+24,7	13,04	+3,27	840	+ 71	600	990	...	...	N. 1	0,47	—	—	186,0
13	730,31	+ 2,98	+18,73	+ 3,84	+13,0	+26,4	13,11	+3,38	822	+ 51	560	990	...	...	variable	0,53	20,2	+ 2,7	184,8
14	726,12	— 1,18	+17,93	+ 3,18	+14,0	+23,1	11,75	+2,06	773	— 1	640	860	...	...	NNE. 1	0,50	20,1	+ 2,7	182,7
15	727,37	+ 0,11	+16,17	+ 1,56	+12,2	+20,6	10,85	+1,19	798	+ 21	640	920	...	...	NNE. 1	0,39	20,1	+ 2,8	183,5
16	730,05	+ 2,82	+16.98	+ 2,50	+14,7	+21,4	11,48	+1,87	810	+ 31	680	930	...	...	N. 1	0,37	20,0	+ 2,7	181,8
17	731,26	+ 4,07	+17,99	+ 3,64	+14,1	+23,0	12,61	+3,06	827	+ 45	640	940	...	...	N. 1	0,30	20,1	+ 2,9	178,5
18	729,84	+ 2,68	+18,19	+ 3,98	+12,9	+23,7	12,64	+3,15	815	+ 30	660	960	...	...	N. 1	0,16	20,3	+ 3,2	177,8
19	729,99	+ 2,87	+18,77	+ 4,69	+13,0	+26,3	11,55	+2,11	731	— 56	460	940	...	...	variable	0,31	—	—	176,0
20	729,79	+ 2,70	+19,28	+ 5,33	+15,5	+25,0	11,18	+1,80	706	— 84	400	930	0,6	2	SSO. 1	0,47	20,1	+ 3,2	174,1
21	726,88	— 0,18	+19,75	+ 5,95	+14,2	+25,8	11,78	+2,45	716	— 76	440	950	11,6	5	SSO. 1	0,68	19,9	+ 3,1	174,3
22	727,33	+ 0,31	+19,00	+ 5,35	+14,8	+24,2	12,44	+3,17	772	— 23	640	900	...	...	variable	0,91	19,8	+ 3,1	170,9
23	729,14	+ 2,15	+19,82	+ 6,31	+16,9	+25,2	12,09	+2,88	731	— 66	480	890	...	...	SSO. 1	0,54	16,2	— 0,4	170,5
24	730,12	+ 3,17	+15,97	+ 2,61	+11,8	+21,2	11,52	+2,36	854	+ 55	700	980	...	...	NNE. 1	0,39	18,0	+ 1,5	170,0
25	731,11	+ 4,19	+14,81	+ 1,60	+12,7	+18,1	11,34	+2,24	912	+111	790	990	3,2	4	NNE. 1	0,98	18,0	+ 1,6	176,5
26	729,53	+ 2,64	+19,04	+ 5,98	+15,2	+23,8	13,10	+4,05	813	+ 10	600	960	...	...	SSO. 1	0,58	—	—	171,0
27	728,52	+ 1,67	+18,10	+ 5,19	+15,7	+23,1	9,98	+0,99	666	—139	470	810	...	...	SSO. 2	0,59	17,4	+ 1,2	171,7
28	730,02	+ 3,20	+14,10	+ 1,35	+10,7	+20,2	7,17	—1,76	633	—174	470	810	2,0	4	SO. 2	0,63	16,2	+ 0,1	171,3
29	724,52	— 2,26	+13,59	+ 0.99	+ 9,6	+18,1	8,33	—0,55	752	— 57	490	980	0,3	1	SSO. 2	0,53	13,2	— 2,8	169,3
30	727,71	+ 0,96	+11,80	— 0,65	+ 8,0	+17,5	7,05	—1,77	721	— 90	430	940	0,9	2	variable	0,68	10,2	— 5,7	169,0

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1875.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	730,53	730,70	730,59	730,15	729,55	729,17	729,11	729,70	729,97
2e »	729,65	729,91	729,93	729,58	728,98	728,63	728 64	729,24	729,52
3e »	728,35	728,68	728,71	728,66	728,23	728,19	728,41	729,12	729,34
Mois	729,51	729,76	729,74	729,46	728,92	728,66	728,72	729,35	729,61
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+11,20	+15,45	+18,05	+19,67	+20,94	+20,90	+19,58	+17,03	+15,02
2e »	+14,00	+17,06	+19,52	+21,43	+22,53	+21,99	+20,50	+18,61	+17,01
3e »	+13,86	+16,64	+19,15	+20,10	+20,61	+19,80	+17,70	+16,05	+14,83
Mois	+13,02	+16,38	+18,91	+20,40	+21,36	+20,90	+19,26	+17,23	+15,62
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	9,39	10,32	10,48	10,04	9,88	10,71	10,70	11,20	10,57
2e »	11,09	11,98	12,22	12 38	12,19	13,10	13,11	12,69	12,34
3e »	10,39	11,00	11,39	11,09	10,56	10,11	10,06	10,81	10,97
Mois	10,29	11,10	11 36	11,17	10,88	11,31	11,29	11,57	11,29
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	940	793	670	586	531	579	629	768	827
2e »	929	825	722	657	605	671	731	797	855
3e »	872	774	683	633	581	581	656	781	859
Mois	914	797	692	625	572	610	672	782	847

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+10,60	+21,90	0,26	+19,74	3,7	201,1
2e »	+13,76	+23,67	0,41	+20,06	0,6	181,2
3e »	+12,96	+21,72	0,65	+16,54	18,0	171,5
Mois	+12,44	+22,43	0,44	+18,73	22,3	184,6

Dans ce mois, l'air a été calme 4,8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,02 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 51°,2 O., et son intensité est égale à 16,31 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE SEPTEMBRE 1875.

Le 1er, brouillard le soir, clair dans la journée, forte bise.
2, 3, 4, ciel clair.
6, 7, 8, ciel clair, brouillard dans la soirée du 8.
10, pluie, brouillard tout le jour.
11, brouillard jusqu'au soir, où il se dissipe; fort vent du S.-O. dans la journée.
14, pluie, brouillard le soir.
16, pluie le matin, brouillard le soir.
17, brouillard le matin et le soir.
18 et 19, ciel clair.
22, pluie et brouillard le soir, et dans la nuit suivante.
23, pluie le matin, brouillard tout le jour.
24, brouillard le matin, clair le soir, forte bise.
25, pluie le soir, forte bise tout le jour.
27, brouillard dans l'après-midi.
28, brouillard le soir.
29, neige le matin, brouillard tout le jour; forte bise.
30, forte bise, brouillard presque tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 7 à 10 h. matin	572,06
12 à 10 h. soir	573,93
17 à midi	572,22
25 à midi	571,94

MINIMUM.

	mm
Le 2 à 6 h. matin	567,85
10 à 6 h. soir	567,34
14 à 6 h. soir	567,31
21 à midi	568,26
29 à midi	561,93

SAINT-BERNARD. — SEPTEMBRE 1875.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim				
1	569,22	+ 1,07	569,11	569,40	+ 1,38	— 3,70	+ 0,4	+ 3,8	.....	.....	....	NE.	2	0,33
2	568,52	+ 0,42	567,85	569,10	+ 1,77	— 3,22	— 1,0	+ 4,4	.....	.....	....	NE.	2	0,09
3	569,02	+ 0,98	568,67	569,58	+ 5,23	+ 0,33	+ 2,7	+ 9,9	.....	.....	....	NE.	1	0,00
4	569,26	+ 1,28	568,73	570,02	+ 5,12	+ 0,31	+ 3,0	+ 8,5	.....	....	.. .	NE.	1	0,17
5	570,56	+ 2,64	569,60	571,18	+ 4,61	— 0,11	+ 2,2	+ 7,2	.....	.....	....	NE.	1	0,37
6	571,33	+ 3,47	570,96	571,77	+ 6,27	+ 1,65	+ 3,4	+ 8,9	.....	.....	....	NE.	1	0,08
7	571,82	+ 4,03	571,69	572,06	+ 8,18	+ 3,66	+ 5,7	+11,4	.....	.....	....	NE.	1	0,08
8	570,71	+ 2,99	570,35	571,28	+ 9,11	+ 4,69	+ 6,1	+12,3	.....	.....	....	NE.	1	0,14
9	568,97	+ 1,32	568,39	569,78	+ 7,60	+ 3,28	+ 4,8	+11,8	....	.....	....	SO.	1	0,48
10	567,69	+ 0,11	567,34	568,05	+ 4,29	+ 0,08	+ 4,2	+ 5,9	.....	12,1.	....	SO.	1	0,99
11	570,44	+ 2,93	568,37	572,48	+ 4,63	+ 0,53	+ 4,0	+ 6,2	.....	6,0.	....	SO.	1	0,86
12	573,49	+ 6,05	572,92	573,93	+ 5,62	+ 1,63	+ 4,7	+ 7,7	.....	.....	....	variable		0,74
13	572,13	+ 4,76	571,20	573,08	+ 7,23	+ 3,35	+ 5,6	+10,0	.....	4,6.	....	SO.	1	0,62
14	567,90	+ 0,60	567,31	568,40	+ 6,57	+ 2,81	+ 4,6	+ 9,4	... .	7,2.	....	NE.	1	0,64
15	568,57	+ 1,35	568,27	569,11	+ 6,70	+ 3,06	+ 4,0	+ 8,8	.....	5,6.	....	variable		0,59
16	570,70	+ 3,56	569,86	571,66	+ 6,62	+ 3,10	+ 5,2	+ 9,2	.....	10,2.	....	NE	1	0,61
17	571,96	+ 4,90	571,76	572,22	+ 6,17	+ 2,77	+ 4,4	+ 9,2	.....	....	....	SO.	1	0,59
18	571,39	+ 4,41	570,89	571,85	+ 6,52	+ 3,25	+ 4,0	+ 9,8	.....	.....	....	SO.	1	0,19
19	571,39	+ 4,49	571,07	571,88	+ 7,71	+ 4,56	+ 5,3	+11,2	.....	.....	....	SO.	1	0,08
20	570,38	+ 3,56	569,83	571,07	+ 6,30	+ 3,28	+ 4,2	+ 8,2	.....	.....	....	NE.	1	0,67
21	568,54	+ 1,80	568,26	568,99	+ 6,88	+ 3,99	+ 5,1	+ 9,9	.....	.....	....	NE.	1	0,61
22	569,01	+ 2,36	568,67	569,33	+ 7,23	+ 4,47	+ 5,8	+ 9,4	.....	9,3.	....	NE.	1	0,76
23	569,33	+ 2,77	568,51	570,27	+ 5,67	+ 3,04	+ 5,6	+ 7,2	.....	10,8.	....	NE.	2	0,96
24	570,23	+ 3,75	569,84	570,80	+ 6,17	+ 3,67	+ 5,6	+ 7,6	.....	.....	....	NE.	2	0,63
25	571,55	+ 5,15	570,37	571,94	+ 6,96	+ 4,60	+ 6,1	+ 8,8	.....	10,0.	....	NE.	1	0,84
26	570,39	+ 4,08	569,61	571,20	+ 7,62	+ 5,40	+ 6,0	+ 9,5	.....	.....	....	NE.	1	0,43
27	569,49	+ 3,27	569,19	570,36	+ 6,36	+ 4,28	+ 4,2	+ 9,3	.....	.....	....	NE.	1	0,47
28	567,60	+ 1,47	566,10	568,89	+ 3,05	+ 1,11	+ 0,6	+ 5,9	.....	.....	....	NE.	1	0,28
29	563,22	— 2,82	561,93	564,93	— 0,45	— 2,25	— 2,0	+ 2,6	..130	13,2.	....	NE.	2	0,99
30	563,79	— 2,16	563,19	564,58	— 2,72	— 4,38	— 4,2	+ 0,7	.....	.....	....	NE.	2	0,89

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus elevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1875.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	569,56	569,71	569,78	569,72	569,68	569,68	569,69	569,89	570,06
2e »	570,67	570,78	570,86	570,89	570,79	570,79	570,81	571,10	571,20
3e »	568,14	568,33	568,48	568,27	568,28	568,27	568,34	568,46	568,62
Mois	569,46	569,61	569,71	569,63	569,59	569,58	569,61	569,82	569,96
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 3,26	+ 5,50	+ 7,01	+ 8,19	+ 8,12	+ 7,06	+ 5,45	+ 4,65	+ 4,30
2e »	+ 4,95	+ 6,48	+ 7,36	+ 7,73	+ 8,71	+ 8,13	+ 7,12	+ 6,63	+ 5,93
3e »	+ 4,17	+ 6,00	+ 6,53	+ 6,46	+ 6,32	+ 5,40	+ 4,52	+ 4,09	+ 3,95
Mois	+ 4,13	+ 5,99	+ 6,97	+ 7,46	+ 7,72	+ 6,86	+ 5,70	+ 5,12	+ 4,73

	Min. observé.*	Max. observé *	Clarté moyenne du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 3,15	+ 8,41	0,27	12,1	—
2e »	+ 4,60	+ 8,97	0,56	33,6	—
3e »	+ 3,28	+ 7,09	0,69	43,3	130
Mois	+ 3,68	+ 8,16	0,51	89,0	130

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,87 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 56,67 sur 100.

* Voir la note du tableau.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1874

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

M. E. PLANTAMOUR
Professeur.

J'ai indiqué dans le résumé de l'année précédente les motifs pour lesquels je conservais la même forme que par le passé, en ce qui concerne en particulier l'adoption de l'année météorologique, commençant le 1er décembre, au lieu de l'année civile, commençant le 1er janvier. Je suivrai cette année le même système, en ajoutant toutefois, de même que l'année dernière, les moyennes de la température, de la pression, etc., se rapportant à l'année civile.

TEMPÉRATURE A GENÈVE 1874.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Température moyenne	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1873.	+ 1,01	+ 1,74	+ 1,20	+ 0,56	+ 0,16	- 0,07	- 0,20	- 0,34	- 0,42	- 0,55	- 0,63	+ 0,06	+ 0,21	- 2,22	+ 2,81
Janv. 1874	+ 1,87	+ 2,35	+ 2,02	+ 1,23	+ 0,47	- 0,36	- 0,82	- 1,00	- 1,24	- 1,46	- 1,41	+ 0,17	+ 0,15	- 2,59	+ 3,25
Février . .	+ 3,50	+ 4,28	+ 4,20	+ 3,11	+ 2,17	+ 1,31	+ 0,60	- 0,03	- 0,73	- 1,01	- 0,84	+ 1,53	+ 1,50	- 2,29	+ 5,70
Mars . . .	+ 7,65	+ 8,92	+ 9,25	+ 7,67	+ 5,90	+ 4,80	+ 3,58	+ 2,00	+ 0,74	+ 1,27	+ 2,99	+ 5,79	+ 5,04	+ 0,43	+10,17
Avril . . .	+13,13	+14,70	+14,74	+13,55	+11,68	+10,23	+ 8,95	+ 7,15	+ 6,02	+ 6,77	+ 9,60	+11,27	+10,65	+ 5,71	+16,03
Mai	+12,97	+13,98	+14,02	+13,13	+11,41	+ 9,90	+ 8,52	+ 6,77	+ 5,96	+ 7,20	+ 9,87	+11,45	+10,43	+ 5,52	+15,44
Juin. . . .	+20,56	+21,49	+21,97	+20,78	+17,99	+16,45	+15,02	+13,53	+12,80	+14,33	+16,83	+19,01	+17,55	+12,42	+23,43
Juillet. . .	+23,45	+24,83	+24,46	+23,48	+21,84	+20,16	+18,71	+17,11	+16,50	+17,60	+20,59	+22,14	+20,90	+15,71	+26,27
Août . . .	+19,67	+21,01	+21 20	+19,76	+17,76	+16,21	+14,96	+13,24	+12,19	+13,15	+16,53	+18,27	+17,00	+11,86	+22,69
Septembre	+19,67	+20,68	+20,57	+18,80	+17,00	+15,30	+13,90	+12,26	+11,20	+11,87	+15,27	+17,91	+16,21	+10,98	+21,95
Octobre. .	+13,08	+13,79	+13,66	+11,96	+ 9,98	+ 8,92	+ 7,82	+ 6,88	+ 6,00	+ 6,50	+ 7,65	+11,36	+ 9,80	+ 5,41	+15,10
Novembre	+ 5,04	+ 5,93	+ 5,23	+ 4,02	+ 3,27	+ 3,01	+ 2,73	+ 2,27	+ 1,97	+ 2,12	+ 2,38	+ 3,83	+ 3,48	+ 0,36	+ 6,81
Hiver . . .	+ 2,08	+ 2,74	+ 2,42	+ 1,58	+ 0,89	+ 0,26	- 0,16	- 0,47	- 0,79	- 1,01	- 0,96	+ 0,55	+ 0,59	- 2,37	+ 3,86
Printemps	+11,23	+12,51	+12,65	+11,42	+ 9,64	+ 8,29	+ 7,00	+ 5,29	+ 4,22	+ 5,06	+ 7,46	+ 9,48	+ 8,69	+ 3,87	+13,64
Été	+21,23	+22,45	+22,55	+21,35	+19,21	+17,62	+16,24	+14,64	+13,84	+15,03	+18,00	+19,82	+18,50	+13,34	+24,14
Automne .	+12,60	+13,47	+13,16	+11,60	+10,08	+ 9,08	+ 8,15	+ 7,13	+ 6,39	+ 6,83	+ 8,42	+11,04	+ 9,83	+ 5,58	+14,63
Année . .	+11,84	+12,85	+12,75	+11,54	+10,01	+ 8,86	+ 7,85	+ 6,68	+ 5,94	+ 6,52	+ 8,28	+10,27	+ 9,45	+ 5,14	+14,12

Formules de la variation diurne de la température à Genève, pendant l'année 1874.

Décembre 1873	$t = +0^\circ{,}21 + 0^\circ{,}92 \sin(\mu + 40^\circ{,}1) + 0^\circ{,}45 \sin(2\mu + 31^\circ{,}0) + 0^\circ{,}15 \sin(3\mu + 22^\circ{,}2)$
Janvier 1874 . .	$t = +0{,}15 + 1{,}82 \sin(\mu + 37{,}9) + 0{,}57 \sin(2\mu + 36{,}8) + 0{,}20 \sin(3\mu + 81{,}2)$
Février	$t = +1{,}50 + 2{,}55 \sin(\mu + 30{,}8) + 0{,}73 \sin(2\mu + 47{,}0) + 0{,}15 \sin(3\mu + 88{,}8)$
Mars	$t = +5{,}04 + 3{,}95 \sin(\mu + 35{,}6) + 0{,}62 \sin(2\mu + 71{,}3) + 0{,}26 \sin(3\mu + 252{,}3)$
Avril	$t = +10{,}65 + 4{,}09 \sin(\mu + 37{,}7) + 0{,}40 \sin(2\mu + 90{,}9) + 0{,}40 \sin(3\mu + 259{,}9)$
Mai	$t = +10{,}43 + 3{,}82 \sin(\mu + 41{,}7) + 0{,}39 \sin(2\mu + 135{,}0) + 0{,}36 \sin(3\mu + 260{,}5)$
Juin	$t = +17{,}55 + 4{,}34 \sin(\mu + 45{,}7) + 0{,}18 \sin(2\mu + 116{,}6) + 0{,}45 \sin(3\mu + 247{,}4)$
Juillet	$t = +20{,}90 + 3{,}90 \sin(\mu + 44{,}2) + 0{,}37 \sin(2\mu + 134{,}8) + 0{,}28 \sin(3\mu + 258{,}5)$
Août	$t = +17{,}00 + 4{,}16 \sin(\mu + 43{,}3) + 0{,}37 \sin(2\mu + 111{,}0) + 0{,}50 \sin(3\mu + 250{,}3)$
Septembre . . .	$t = +16{,}21 + 4{,}53 \sin(\mu + 44{,}8) + 0{,}63 \sin(2\mu + 97{,}6) + 0{,}32 \sin(3\mu + 234{,}8)$
Octobre	$t = +9{,}80 + 3{,}84 \sin(\mu + 44{,}5) + 0{,}78 \sin(2\mu + 64{,}9) + 0{,}15 \sin(3\mu + 185{,}6)$
Novembre . . .	$t = +3{,}48 + 1{,}69 \sin(\mu + 46{,}8) + 0{,}62 \sin(2\mu + 48{,}3) + 0{,}16 \sin(3\mu + 353{,}4)$
Hiver	$t = +0{,}59 + 1{,}72 \sin(\mu + 35{,}2) + 0{,}58 \sin(2\mu + 37{,}7) + 0{,}16 \sin(3\mu + 69{,}5)$
Printemps . . .	$t = +8{,}69 + 3{,}94 \sin(\mu + 38{,}2) + 0{,}43 \sin(2\mu + 93{,}9) + 0{,}34 \sin(3\mu + 260{,}7)$
Été	$t = +18{,}50 + 4{,}13 \sin(\mu + 44{,}6) + 0{,}31 \sin(2\mu + 123{,}1) + 0{,}43 \sin(3\mu + 254{,}2)$
Automne	$t = +9{,}83 + 3{,}29 \sin(\mu + 43{,}8) + 0{,}65 \sin(2\mu + 70{,}1) + 0{,}13 \sin(3\mu + 239{,}4)$
Année	$t = +9{,}45 + 3{,}29 \sin(\mu + 41{,}5) + 0{,}43 \sin(2\mu + 74{,}4) + 0{,}19 \sin(3\mu + 256{,}7)$

Température au SAINT-BERNARD, 1874.

ÉPOQUE.	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Température moyenne.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Décembre 1873	- 3,41	- 3,02	- 4,09	- 5,15	- 4,99	- 5,14	- 5,16	- 5,08	- 4,78	- 4,79	- 5,23	- 4,47	- 4,61
Janvier 1874 . .	- 5,06	- 4,42	- 5,09	- 6,48	- 6,61	- 6,60	- 6,63	- 6,88	- 6,90	- 6,95	- 6,89	- 6,37	- 6,24
Février	- 7,41	- 6,96	- 7,91	- 9,61	- 9,79	- 9,91	- 9,97	-10,22	-10,38	-10,50	-10,23	- 9,05	- 9,33
Mars	- 4,12	- 4,69	- 6,75	- 7,60	- 8,05	- 8,15	- 8,81	- 9,33	- 8,93	- 7,14	- 5,73	- 4,65	- 6,99
Avril	+ 1,11	+ 1,48	+ 1,60	- 0,49	- 2,08	- 2,79	- 3,21	- 4,00	- 4,57	- 3,87	- 1,79	- 0,24	- 1,57
Mai	+ 0,60	+ 0,15	- 0,76	- 2,06	- 2,90	- 3,50	- 4,12	- 5,01	- 5,46	- 4,81	- 2,38	- 0,89	- 2,59
Juin	+ 7,59	+ 7,90	+ 6,75	+ 5,50	+ 4,44	+ 4,06	+ 3,33	+ 2,36	+ 2,18	+ 3,17	+ 5,26	+ 6,49	+ 4,92
Juillet	+11,60	+11,83	+10,93	+ 9,78	+ 8,61	+ 7,84	+ 7,28	+ 6,32	+ 6,06	+ 7,55	+10,32	+11,59	+ 9,14
Août	+ 8,54	+ 8,25	+ 8,00	+ 6,74	+ 5,75	+ 5,17	+ 4,70	+ 3,92	+ 3,42	+ 4,19	+ 6,51	+ 7,87	+ 6,09
Septembre . . .	+ 7,82	+ 7,86	+ 6,76	+ 5,75	+ 5,45	+ 5,01	+ 4,43	+ 3,66	+ 3,54	+ 4,20	+ 5,48	+ 6,41	+ 5,53
Octobre	+ 2,64	+ 2,83	+ 2,00	+ 0,95	+ 0,41	+ 0,11	+ 0,09	- 0,13	- 0,31	- 0,09	+ 1,08	+ 2,10	+ 0,98
Novembre . . .	- 4,67	- 4,72	- 5,64	- 6,63	- 6,91	- 7,13	- 7,16	- 7,31	- 7,42	- 7,41	- 6,39	- 5,69	- 6,42
Hiver	- 5,22	- 4,73	- 5,62	- 7,00	- 7,04	- 7,13	- 7,16	- 7,30	- 7,25	- 7,31	- 7,36	- 6,55	- 6,64
Printemps . . .	- 1,01	- 0,86	- 1,32	- 3,13	- 4,22	- 4,80	- 5,18	- 5,96	- 6,47	- 5,89	- 3,79	- 2,31	- 3,74
Été	+ 9,26	+ 9,34	+ 8,58	+ 7,36	+ 6,29	+ 5,71	+ 5,12	+ 4,22	+ 3,91	+ 4,99	+ 7,39	+ 8,68	+ 6,74
Automne	+ 1,94	+ 2,00	+ 1,05	+ 0,03	- 0,34	- 0,66	- 0,87	- 1,25	- 1,38	- 1,09	+ 0,07	+ 0,95	+ 0,04
Année	+ 1,28	+ 1,47	+ 0,71	- 0,65	- 1,30	- 1,67	- 2,00	- 2,55	- 2,78	- 2,30	- 0,89	+ 0,23	- 0,87

Formules de la variation diurne de la température au Saint-Bernard, pendant l'année 1874.

Décembre 1873.	$t = - 4°,61 + 0°,75 \sin (\mu + 74°,5) + 0°,54 \sin (2\mu + 41°,9) + 0°,34 \sin (3\mu + 34°,2)$
Janvier 1874 . .	$t = - 6,24 + 0,96 \sin (\mu + 54,0) + 0,61 \sin (2\mu + 40,4) + 0,29 \sin (3\mu + 1,4)$
Février	$t = - 9,33 + 1,42 \sin (\mu + 57,1) + 0,82 \sin (2\mu + 51,4) + 0,26 \sin (3\mu + 20,6)$
Mars	$t = - 6,99 + 2,33 \sin (\mu + 60,5) + 0,67 \sin (2\mu + 68,7) + 0,24 \sin (3\mu + 276,8)$
Avril	$t = - 1,57 + 2,93 \sin (\mu + 55,9) + 0,51 \sin (2\mu + 64,6) + 0,33 \sin (3\mu + 257,0)$
Mai.	$t = - 2,59 + 2,66 \sin (\mu + 61,6) + 0,76 \sin (2\mu + 104,7) + 0,08 \sin (3\mu + 244,1)$
Juin	$t = + 4,92 + 2,59 \sin (\mu + 63,0) + 0,57 \sin (2\mu + 104,3) + 0,21 \sin (3\mu + 323,6)$
Juillet	$t = + 9,14 + 2,78 \sin (\mu + 69,7) + 0,59 \sin (2\mu + 138,6) + 0,38 \sin (3\mu + 252,6)$
Août	$t = + 6,09 + 2,38 \sin (\mu + 62,2) + 0,54 \sin (2\mu + 115,0) + 0,27 \sin (3\mu + 234,0)$
Septembre . . .	$t = + 5,53 + 1,90 \sin (\mu + 59,7) + 0,55 \sin (2\mu + 97,6) + 0,18 \sin (3\mu + 1,6)$
Octobre	$t = + 0,98 + 1,47 \sin (\mu + 70,8) + 0,46 \sin (2\mu + 76,4) + 0,05 \sin (3\mu + 254,8)$
Novembre . . .	$t = - 6,42 + 1,25 \sin (\mu + 71,3) + 0,52 \sin (2\mu + 72,0) + 0,07 \sin (3\mu + 38,9)$
Hiver.	$t = - 6,64 + 1,02 \sin (\mu + 60,1) + 0,64 \sin (2\mu + 44,6) + 0,30 \sin (3\mu + 20,6)$
Printemps . . .	$t = - 3,74 + 2,63 \sin (\mu + 58,9) + 0,62 \sin (2\mu + 83,2) + 0,24 \sin (3\mu + 263,9)$
Été.	$t = + 6,74 + 2,49 \sin (\mu + 64,1) + 0,57 \sin (2\mu + 120,9) + 0,27 \sin (3\mu + 262,3)$
Automne	$t = + 0,04 + 1,53 \sin (\mu + 66,4) + 0,50 \sin (2\mu + 83,3) + 0,09 \sin (3\mu + 356,7)$
Année	$t = - 0,87 + 1,91 \sin (\mu + 62,6) + 0,52 \sin (2\mu + 82,4) + 0,13 \sin (3\mu + 307,1)$

A Genève, le mois de décembre 1874 a été de 0°,56 plus froid qu'en 1873, la température moyenne de l'année civile 1874 est par suite de 0°,05 plus froide que celle de l'année météorologique, soit de + 9°,40. Au St-Bernard, le mois de décembre 1874 a été de 6°,76

plus froid qu'en 1873, d'où résulte pour l'année civile une température moyenne de — 1°,44, soit de 0°,57 plus basse que celle de l'année météorologique.

Si l'on compare la température de chaque mois, des saisons et de l'année entière, avec les valeurs moyennes déduites pour Genève des 40 années 1826-65, et pour le St-Bernard des 27 années 1841-67, on trouve les différences suivantes :

ÉPOQUE.	ÉCARTS. Température. Genève.	Température. Saint-Bernard.	Décroissement entre les deux stations.
	°	°	°
Décembre 1873.	—0,63	+2,98	—3,61
Janvier 1874 ...	+0,44	+2,80	—2,36
Février........	+0,18	—0,72	+0,90
Mars..........	+0,51	+0,33	+0,18
Avril..........	+1,82	+1,70	+0,12
Mai...........	—2,67	—3,10	+0,43
Juin...........	+0,77	+0,83	—0,06
Juillet.........	+2,29	+2,98	—0,69
Août..........	—0,89	+0,11	—1,00
Septembre.....	+1,84	+2,21	—0,37
Octobre	—0,13	+1,46	—1,59
Novembre	—1,11	—1,12	+0,01
Hiver 1874.....	—0,01	+1,76	—1,77
Printemps	—0,13	—0,38	+0,25
Été	+0,73	+1,32	—0,59
Automne	+0,20	+0,86	—0,66
Année 1874....	+0,20	+0,89	—0,69
Décembre 1874.	—1,19	—3,78	+2,59
Année civile 1874	+0,15	+0,32	—0,17

A Genève, les mois d'avril, juillet et septembre ont été exceptionnellement chauds, tandis que le mois de mai, et à un degré moindre, ceux d'août et de novembre ont été plus froids que de coutume. En somme, l'année a été un peu plus chaude que la moyenne, l'excédant de température pouvant être attribué presque en totalité à l'été. Au St-Bernard, on trouve un excédant de température très-notable aux mois de décembre 1873 et janvier

1874, d'où résulte un hiver notablement plus chaud que de coutume, tandis qu'à Genève il ne s'écartait pour ainsi dire pas de la moyenne. L'excédant de température est sensiblement le même dans les deux stations au mois d'avril, tandis qu'il est sensiblement plus prononcé au St-Bernard qu'à Genève en juillet et en septembre, de même l'abaissement de la température en mai est aussi plus prononcé dans la station élevée; l'on trouve enfin, en octobre, une température notablement plus élevée que de coutume au St-Bernard, le même mois ayant été plutôt au-dessous de la moyenne à Genève.

L'on trouve au St-Bernard une différence considérable, 0°,57 entre les écarts pour la température de l'année civile et de l'année météorologique, le mois de décembre 1873 ayant été beaucoup plus chaud et le mois de décembre 1874 beaucoup plus froid que de coutume.

Les tableaux suivants renferment sous la même forme que dans les résumés antérieurs les résultats principaux que l'on peut déduire de la température moyenne des 24 heures, au point de vue des anomalies et de la variabilité de la température. A Genève, le 11 février a été le jour le plus froid de l'année — 6°,99, et le 4 juillet le jour le plus chaud, + 25°,51, l'écart entre ces deux jours extrêmes est de 32°,5. Au St-Bernard, la date du jour le plus froid et du jour le plus chaud précède de un jour celle des extrêmes de Genève, savoir le 10 février et le 3 juillet, les chiffres étant — 19°,79 et + 15°,63 avec une différence de 35°,42 entre ces extrêmes. Les écarts maximum de la température ne coïncident pas avec le jour le plus froid et le plus chaud; ainsi, à Genève, l'écart maximum négatif — 8°,79 tombe le 19 mai et l'écart maximum positif, + 9,92 le 3 avril. Au St-Bernard, l'écart

maximum négatif — 11°,93 tombe le 12 mars et l'écart maximum positif + 10°,44 le 20 janvier.

J'ai relevé également, pour Genève, la température moyenne de cinq jours en jours pour l'année civile, du 1er janvier au 31 décembre 1874, en inscrivant dans la colonne suivante l'écart, soit la différence avec le chiffre calculé par la formule déduite des 40 années 1826-65; lorsque l'écart dépasse les limites de l'écart probable pour l'époque correspondante, et constitue ainsi une anomalie, il est mis entre parenthèses. Sur les 73 pentades de cette année, il s'en trouve 39 pour lesquelles l'écart est positif, et 34, pour lesquelles il est négatif; sur les 39 écarts positifs, 22 dépassent les limites de l'écart probable, l'écart maximum positif de + 5°,29 tombe sur la période du 21 au 25 avril. Sur les 34 écarts négatifs, 19 dépassent les limites de l'écart probable, l'écart maximum négatif — 6°19 tombe sur la période du 16 au 20 mai. La différence entre ces deux écarts, qui se sont présentés à moins d'un mois d'intervalle, est de 11°,48; du 16 au 20 mai la température a été de près de 8° plus basse que du 21 au 25 avril, tandis que d'après la marche normale de la température elle aurait dû être de 3½ degrés plus élevée. La période des cinq jours consécutifs les plus chauds de l'année se trouve du 10 au 14 juillet avec une température moyenne de + 22°,95, et celle des cinq jours consécutifs les plus froids du 27 au 31 décembre avec une température moyenne de — 4°,00, ce qui donne 26°,95 pour la variation de la température pour les pentades dans le courant de l'année. La moyenne arithmétique des 73 pentades est de + 9°, 40 pour la température moyenne de l'année civile, chiffre qui correspond presque exactement avec la moyenne des deux périodes extrêmes.

GENÈVE, 1874.

ÉPOQUE	NOMBRE DE JOURS								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	très-froids	froids		tempérés		chauds		très-chauds		
	−10° à −5°	−5° à 0°	0° à +5°	+5° à +10°	+10° à +15°	+15° à +20°	+20° à +25°	+25° à +30°		
Déc. 1873 .	—	18	11	2	—	—	—	—	− 3°,84 le 30	+ 6°,97 le 20
Janv. 1874.	1	10	20	—	—	—	—	—	− 5,12 le 8	+ 4,59 le 20
Février. . .	2	7	15	4	—	—	—	—	− 6,99 le 11	+ 7,44 le 28
Mars. . . .	—	4	9	15	3	—	—	—	− 3,28 le 12	+12,39 le 31
Avril. . . .	—	—	1	12	12	5	—	—	+ 3,88 le 5	+16,95 le 3
Mai	—	—	1	18	8	2	2	—	+ 4,72 le 19	+20,11 le 31
Juin	—	—	—	1	7	10	12	—	+ 8,51 le 15	+24,07 le 10
Juillet . . .	—	—	—	—	2	7	21	1	+13,60 le 30	+25,51 le 4
Août	—	—	—	—	5	24	2	—	+13,59 le 15	+22,97 le 3
Septembre.	—	—	—	—	7	21	2	—	+11,51 le 15	+22,18 le 3
Octobre . .	—	—	3	10	17	1	—	—	+ 2,82 le 27	+15,39 le 1
Novembre .	—	5	12	13	—	—	—	—	− 2,97 le 26	+ 9,22 le 19
Année . . .	3	44	72	75	61	70	39	1	− 6,99 le 11 février.	+25,51 le 4 juillet.

GENÈVE, 1874. — TEMPÉRATURE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
Déc. . 1873	20	11	6	± 2°,90	− 3°,94 le 15	+ 6°,66 le 20	± 2°,62	− 3°,72 le 22	+ 6°,77 le 16
Janvier 1874	11	20	2	2,69	− 4,60 le 8	+ 4,94 le 4	1,80	− 3,64 le 20	+ 3,18 le 30
Février . . .	11	17	8	3,20	− 7,96 le 11	+ 4,73 le 28	2,54	− 4,52 le 9	+ 6,35 le 12
Mars	12	19	8	3,36	− 7,43 le 12	+ 5,76 le 31	2,04	− 3,98 le 9	+ 3,91 le 22
Avril	12	18	8	3,63	− 3,42 le 5	+ 9,92 le 3	3,17	−11,74 le 3	+ 6,84 le 2
Mai	23	8	6	4,37	− 8,79 le 19	+ 5,08 le 30	2,12	− 4,64 le 1	+ 4,70 le 20
Juin	15	15	4	4,35	− 8,33 le 15	+ 7,76 le 10	2,37	− 5,78 le 12	+ 4,40 le 17
Juillet . . .	7	24	4	3,64	− 5,10 le 30	+ 7,18 le 4	1,91	− 4,12 le 24	+ 3,56 le 30
Août	23	8	2	1,84	− 4,33 le 15	+ 4,40 le 3	1,57	− 3,12 le 14	+ 3,24 le 2
Septembre*.	7	22	6	2,90	− 3,10 le 15	+ 6,03 le 3	2,61	− 5,82 le 3	+ 6,38 le 11
Octobre . . .	18	13	7	2,54	− 5,10 le 27	+ 5,01 le 20	1,90	− 3,95 le 1	+ 4,22 le 28
Novembre . .	23	7	7	3,25	− 6,08 le 25	+ 6,67 le 30	2,43	− 4,29 le 19	+ 7,37 le 28
Année . . .	182	182	68	± 3,29	− 8,79 le 19 mai.	+ 9,92 le 3 avril.	± 2,25	−11,74 le 3 avril.	+ 7,37 le 28 novembre.

* Le 9 septembre l'écart a été 0.

SAINT-BERNARD, 1874.

ÉPOQUE	Nombre de jours dont la température est comprise entre										Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	-30° et -25	-25° et -20	-20° et -15	-15° et -10	-10° et -5	-5° et 0	0° et +5	+5° et +10	+10° et +15	+15° et +20		
Décembre 1872.	—	—	—	3	9	18	1	—	—	—	-13°,82 le 28	+1°,98 le 19
Janvier 1873 . .	—	—	—	4	15	10	2	—	—	—	-14,39 le 7	+1,40 le 20
Février	—	—	1	8	15	4	—	—	—	—	-19,79 le 10	-3,03 le 6
Mars	—	—	3	5	9	13	1	—	—	—	-19,41 le 12	+1,13 le 18
Avril	—	—	—	—	7	12	11	—	—	—	-7,31 le 6	+4,33 le 25
Mai.	—	—	—	—	12	9	7	3	—	—	-9,45 le 16	+8,68 le 30
Juin	—	—	—	—	—	4	8	17	1	—	-4,72 le 15	+10,00 le 10
Juillet	—	—	—	—	—	—	6	8	16	1	+0,25 le 25	+15,63 le 3
Août	—	—	—	—	—	2	6	21	2	—	-1,06 le 9	+10,75 le 7
Septembre . . .	—	—	—	—	—	—	15	13	2	—	+0,94 le 13	+13,05 le 2
Octobre.	—	—	—	—	—	12	18	1	—	—	-3,55 le 23	+5,77 le 18
Novembre . . .	—	—	1	10	7	4	8	—	—	—	-15,92 le 14	+2,25 le 2
Année	—	—	5	30	74	88	83	63	21	1	-19,79 le 10 février.	+15,63 le 3 juillet.

SAINT-BERNARD, 1874. — TEMPÉRATURE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
Déc. 1873 . .	4	27	5	±4°,52	− 5°,37 le 28	+10°,00 le 19	±3°,23	− 8°,74 le 27	+ 7°,07 le 1
Janvier 1874[1]	6	24	4	4,94	− 5,59 le 7	+10,44 le 20	3,33	− 5,52 le 15	+ 9,09 le 18
Février . . .	17	11	9	3,46	−10,84 le 10	+ 5,99 le 6	3,32	− 6,55 le 7	+10,34 le 10
Mars	14	17	4	4,64	−11,93 le 12	+ 8,09 le 18	2,95	− 6,67 le 10	+ 6,39 le 21
Avril	9	21	7	3,69	− 2,70 le 9	+ 6,62 le 25	2,03	− 4,00 le 3	+ 4,03 le 1
Mai	26	5	5	5,04	−10,11 le 16	+ 6,25 le 30	2,13	− 5,84 le 15	+ 4,52 le 28
Juin.	12	18	6	4,43	− 8,85 le 15	+ 6,35 le 10	3,14	− 8,35 le 13	+ 6,19 le 17
Juillet. . . .	7	24	4	5,19	− 6,12 le 25	+10,11 le 3	2,54	− 7,10 le 23	+ 5,64 le 26
Août	11	20	8	2,53	− 7,37 le 9	+ 4,40 le 7	3,08	− 6,89 le 14	+ 7,92 le 9
Septembre .	6	24	6	3,23	− 2,94 le 13	+ 8,06 le 2	2,46	− 6,68 le 4	+ 4,84 le 5
Octobre. . .	11	20	6	3,38	− 4,58 le 3	+ 6,84 le 18	2,09	− 4,46 le 2	+ 4,07 le 17
Novembre .	17	13	6	5,39	−11,02 le 14	+ 5,55 le 2	2,77	− 7,64 le 11	+ 4,50 le 15
Année . . .	140	224	70	±4,30	−11,93 le 12 mars.	+10,44 le 20 janvier.	±2,79	− 8,74 le 27 décembre.	+10,34 le 10 février.

[1] Le 31 janvier, l'écart a été 0.

1874. Température de 5 en 5 jours, à Genève.

Date	Température moy.	Différence avec la formule	Date	Température moy.	Différence avec la formule
	°	°		°	°
1- 5 Janvier	+ 2,88	(+3,30)	30- 4 Juillet	+21,33	(+3,10)
6-10 id.	- 3,68	(-3.16)	5- 9 id.	+22,86	(+4,39)
11-15 id.	- 2,73	-2,21	10-14 id.	+22,95	(+4,28)
16-20 id.	+ 0,61	+1,05	15-19 id.	+22,44	(+3,66)
21-25 id.	+ 1,79	+2,06	20-24 id.	+20,71	(+1,90)
26-30 id.	+ 1,38	+1,41	25-29 id.	+16,73	(-2,03)
31- 4 Février	+ 2,51	+2,24	30- 3 Août	+18,46	-0,18
5- 9 id.	+ 0,90	+0.27	4- 8 id.	+19,03	+0,59
10-14 id.	- 1,97	(-3,02)	9-13 id.	+16,58	(-1,59)
15-19 id.	+ 2,99	+1,46	14-18 id.	+15,72	(-2,13)
20-24 id.	+ 0,70	-1.35	19-23 id.	+16,54	-0,91
25- 1 Mars	+ 5,14	(+2.54)	24-28 id.	+15,76	-1,23
2- 6 Mars	+ 3,83	+0,65	29- 2 Septemb.	+17,07	+0,59
7-11 id.	+ 2,36	-1,42	3- 7 id.	+16,94	+1,02
12-16 id.	- 0,51	(-4,92)	8-12 id.	+15,73	+0,43
17-21 id.	+ 7,57	(+2,53)	13-17 id.	+14,00	-0,62
22-26 id.	+ 6,61	+0.92	18-22 id.	+15,97	(+2,03)
27-31 id.	+10,21	(+3.85)	23-27 id.	+17,11	(+3,90)
1- 5 Avril	+ 9,31	(+2,28)	28- 2 Octobre	+15,24	(+2,79)
6-10 id.	+ 7,10	-0,61	3- 7 id.	+ 9,86	(-1,79)
11-15 id.	+ 8,77	+0,36	8-12 id.	+10,18	-0,64
16-20 id.	+10,92	(+1,82)	13-17 id.	+11,04	+1,06
21-25 id.	+15,10	(+5,29)	18-22 id.	+12,99	(+3,86)
26-30 id.	+12,70	(+2,18)	23-27 id.	+ 5,33	(-2,94)
1- 5 Mai	+ 8,59	(-2.65)	28- 1 Novemb.	+ 7,02	-0,38
6-10 id.	+ 7,22	(-4.73)	2- 6 id.	+ 5,62	-0,92
11-15 id.	+ 7,49	(-5,16)	7-11 id.	+ 5,59	-0,10
16-20 id.	+ 7,18	(-6,19)	12-16 id.	+ 1,30	(-3,57)
21-25 id.	+13,66	-0,39	17-21 id.	+ 5,59	+1,52
26-30 id.	+16,51	(+1,79)	22-26 id.	- 1,23	(-4,55)
31- 4 Juin	+20,36	(+5,01)	27- 1 Décemb.	+ 4,73	(+2,14)
5- 9 id.	+20,72	(+4,76)	2- 6 id.	+ 1,44	-0,50
10-14 id.	+19,07	(+2,54)	7-11 id.	+ 3,42	+2,07
15-19 id.	+13,64	(-3,40)	12-16 id.	+ 1,83	+1,00
20-24 id.	+17,28	-0,21	17-21 id.	- 3,15	(-3,55)
25-29 id.	+14,66	(-3,23)	22-26 id.	- 3,42	(-3,46)
			27-31 id.	- 4,00	(-3,77)

GENÈVE, 1874. — Indications des thermométrographes.

ÉPOQUE.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Nombre de jours: Minimum au-dessous de 0°.	Nombre de jours: Maximum au-dessous de 0°.
Décembre 1873	— 7,4°	le 30	+11,1°	le 21	24	9
Janvier 1874 . .	— 9,5	le 8	+ 9,3	le 20	23	7
Février.	—12,5	le 12	+12,0	le 26	22	1
Mars.	— 7,8	le 14	+19,0	le 31	15	0
Avril.	— 0,4	le 10	+23,0	le 27	1	0
Mai	— 1,3	le 6	+26,6	le 31	2	0
Juin	+ 5,2	le 17	+31,0	le 10	0	0
Juillet.	+11,5	le 1	+31,9	le 14	0	0
Août.	+ 8,2	le 27	+29,8	le 3	0	0
Septembre. . . .	+ 5,4	le 16	+29,9	le 3	0	0
Octobre	— 1,8	le 28	+25,1	le 1	4	0
Novembre	— 7,4	le 26	+12,8	le 30	11	2
Année.	—12,5	le 12 févr.	+31,9	le 14 juillet.	102	19

SAINT-BERNARD, 1874.

Époque.	Minimum.	Date.	Maximum.	Date.
Déc. 1873	—15,8°	le 28 à 10 h. soir	+ 1,7°	le 12 à 2 h. soir.
Janv. 1874	—16,0	le 5 à 8 h. mat.	+ 5,0	le 20 à 2 h. soir.
»		le 6 à 6 h. mat.		
Février. .	—23,0	le 10 à 10 h. soir	+ 0,2	le 6 à midi.
Mars . . .	—20,1	le 12 à 10 h. soir	+ 5,7	le 18 à 10 h. mat.
Avril . . .	—10,0	le 10 à 6 h. mat.	+10,2	le 24 à 4 h. soir.
Mai. . . .	—11,2	le 9 à 6 h. mat.	+12,8	le 30 à midi.
Juin . . .	— 5,8	le 15 à 10 h. soir	+15,0	le 10 à 2 h. soir.
Juillet . .	— 0,1	le 30 à 6 h. mat.	+19,3	le 4 à midi.
Août . . .	— 1,9	le 16 à 6 h. mat.	+15,2	le 2 à 4 h. soir.
Septembre	— 1,2	le 15 à 6 h. mat.	+16,4	le 2 à 2 h. soir.
Octobre. .	— 6,4	le 3 à 10 h. soir	+ 8,0	le 18 à 2 h. soir.
Novembre	—16,8	le 14 à 8 h. soir	+ 4,8	le 2 à 2 h. soir.
Année . .	—23,0	le 10 févr. à 10 h. du soir.	+19,3	le 4 juillet à midi.

C'est le 12 février que le minimum absolu de l'année, — 12°,5 a été atteint à Genève, et c'est le 14 juillet que l'on a noté le maximum absolu + 31°,9, ce qui donne 44°,4 pour l'amplitude totale entre les extrêmes enregistrés aux thermométrographes. Le minimum s'est abaissé le 6 mai pour la dernière fois au-dessous de 0 au printemps; cette date est de 17 à 18 jours plus tardive que de coutume; la dernière gelée blanche a eu lieu 13 jours plus tard, le 19 mai. La première gelée blanche de l'automne a eu lieu le 24 octobre, et le lendemain, le 25 octobre, le minimum s'est abaissé pour la première fois au-dessous de 0 : cette date s'écarte fort peu de la moyenne.

Au St-Bernard l'absence de thermométrographes ne permet pas de noter le maximum et le minimum absolus, mais seulement la plus haute et la plus basse des températures accusées par le thermomètre de 6 heures du matin à 10 heures du soir; on trouve dans cette station des températures au-dessous de 0 dans tous les mois, par contre la température s'est élevée au-dessus de 0 dans tous les mois. Le petit lac, près de l'hospice, a été entièrement débarrassé de la glace de l'hiver, dans la nuit du 22 au 23 juin, soit près d'un mois plus tôt que de coutume.

Température du Rhône en 1874.

ÉPOQUE.	Moyenne.	Excédant sur la moyenne 1853–1867	Minimum.	Maximum.	Différence entre la température de l'eau et celle de l'air.
	°	°	°	°	°
Décembre 1873 . .	+ 6,57	—0,23	+ 5,2 le 30	+ 7,7 le 1	+6,36
Janvier 1874 . . .	+ 5,33	+0,25	+ 4,7 le 14, 15 et 16	+ 6,1 le 2	+5,18
Février	+ 5,08	+0,16	+ 3,0 le 11	+ 5,7 le 5, 9, 17 et 28	+3,58
Mars	+ 6,71	+0,64	+ 4,6 le 13	+ 8,7 le 31	+1,67
Avril	+10,10	+1,32	+ 7,4 le 4	+14,4 le 28	—0,55
Mai	+12,42	+1,09	+10,3 le 12	+15,7 le 27	+1,99
Juin	+17,31	+2,29	+11,9 le 29	+21,7 le 12	—0,24
Juillet	+20,47	+2,91	+12,7 le 1	+24,6 le 15	—0,43
Août	+16,82	—1,77	+13,0 le 11	+20,8 le 4	—0,18
Septembre.	+16,75	—0,25	+11,4 le 12	+18,6 le 2	+0,54
Octobre	+14,05	—0,20	+ 8,7 le 5	+17,8 le 1	+4,25
Novembre	+10,12	+0,32	+ 7,3 le 21	+13,0 le 2	+6,64
Année.	+11,94	+0,64	+ 3,0 le 11 février.	+24,6 le 15 juillet.	+2,49

Température du Rhône en 1874.

ÉPOQUE	Écarts moyens d'un jour	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
		négatifs	positifs		négatifs	positifs
Décembre 1873	±0°,55	—1°,4 le 2	+0°,6 le 22 et 27	±0°,40	—0°,9 le 1	+0°,9 le 2
Janvier 1874 .	0,51	—0,3 le 14	+0,8 le 23, 27, 30	0,27	—0,5 le 7	+0,7 le 19
Février	0,66	—1,8 le 11	+1,0 le 5	0,66	—2,1 le 10	+1,3 le 11
Mars.	0.80	—1,4 le 13	+1,5 le 30 et 31	0,42	—0,9 le 12	+0,8 le 18
Avril	2,23	—0,1 le 4, 6 et 16	+4,8 le 28	0,58	—1,6 le 3	+0,6 le 9 et 20
Mai	1,57	—0,8 le 12	+3,4 le 2	0,55	—0,9 le 11	+1,7 le 26
Juin	3,86	—4,3 le 29	+7,2 le 12	1,26	—3,1 le 26	+2,0 le 5
Juillet.	4,56	—3,7 le 1	+7,1 le 15	1,64	—4,0 le 22	+2,7 le 2
Août.	2,78	—5,6 le 11	+2,3 le 4	1,45	—4,9 le 5	+2,4 le 17
Septembre . .	1,91	—6,1 le 12	+2,0 le 28, 29, 30	1,02	—3,8 le 9	+1,0 le 1
Octobre	1,73	—6,6 le 5	+2,0 le 1	1,25	—3,5 le 22	+3,6 le 5
Novembre . . .	1,07	—2,1 le 21	+1,4 le 7 et 9	0,53	—1,5 le 12 et 19	+0,7 le 16

GENÈVE, 1874. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1873	734,21	+0,18	-0,38	-0,33	-0,05	+0,09	+0,14	-0,01	-0,18	-0,32	-0,04	+0,26	+0,69
Janvier 1874 .	732,16	+0,08	-0,50	-0,47	-0,16	+0,10	+0,20	+0,07	-0,09	-0,18	+0,07	+0,28	+0,61
Février	728,56	+0,23	-0,41	-0,57	-0,27	-0,07	+0,13	+0,03	-0,12	-0,13	+0,17	+0,49	+0,54
Mars	731,70	+0,27	-0,34	-0,69	-0,39	+0,10	+0,37	+0,08	-0,30	-0,29	+0,10	+0,50	+0,56
Avril	724,01	+0,04	-0,61	-0,90	-0,68	-0,12	+0,13	+0,10	+0,01	+0,17	+0,56	+0,73	+0,59
Mai	724,23	0,00	-0,44	-0,66	-0,47	+0,01	+0,35	+0,26	+0,02	+0,02	+0,28	+0,36	+0,29
Juin	728,40	-0,04	-0,42	-0,78	-0,60	-0,12	+0,31	+0,31	+0,13	+0,15	+0,33	+0,49	+0,27
Juillet	727,72	+0,05	-0,47	-0,83	-0,68	-0,23	+0,24	+0,21	+0,09	+0,19	+0,45	+0,61	+0,39
Août	727,87	-0,01	-0,37	-0,55	-0,56	-0,01	+0,35	+0,25	-0,04	-0,03	+0,24	+0,40	+0,34
Septembre . .	728,87	+0,12	-0,45	-0,80	-0,74	-0,20	+0,11	+0,21	+0,08	+0,12	+0,39	+0,60	+0,55
Octobre	728,43	+0,06	-0,46	-0,58	-0,25	+0,18	+0,48	+0,25	-0,18	-0,38	-0,05	+0,42	+0,51
Novembre . . .	726,09	+0,02	-0,48	-0,43	-0,16	+0,05	+0,16	-0,01	-0,21	-0,20	+0,20	+0,49	+0,66
Hiver	731,75	+0,16	-0,44	-0,46	-0,16	+0,04	+0,16	+0,03	-0,18	-0,22	+0,06	+0,34	+0,61
Printemps. . .	726,68	+0,10	-0,46	-0,75	-0,51	-0,01	+0,28	+0,14	-0,10	-0,04	+0,31	+0,63	+0,47
Été	727,99	0,00	-0,42	-0,72	-0,61	-0,12	+0,28	+0,26	+0,06	+0,11	+0,34	+0,49	+0,33
Automne . . .	727,80	+0,07	-0,46	-0,60	-0,38	+0,02	+0,26	+0,15	-0,10	-0,15	+0,18	+0,51	+0,54
Année	728,54	+0,08	-0,44	-0,63	-0,42	-0,02	+0,25	+0,14	-0,08	-0,08	+0,22	+0,47	+0,49

Formules de la variation diurne du baromètre à Genève, pendant l'année 1874

	mm	mm °	mm °	mm °
Décembre 1873.	b = 734,21	+0,13 sin (μ +131,3)	+0,36 sin (2 μ +163,6)	+0,12 sin (3 μ +178,6)
Janvier 1874 . .	b = 732,16	+0,17 sin (μ +181,7)	+0,37 sin (2 μ +167,4)	+0,09 sin (3 μ +168,4)
Février	b = 728,56	+0,28 sin (μ +167,3)	+0,35 sin (2 μ +163,6)	+0,04 sin (3 μ +170,8)
Mars.	b = 731,70	+0,22 sin (μ +166,1)	+0,49 sin (2 μ +160,3)	+0,06 sin (3 μ + 32,5)
Avril	b = 724,01	+0,57 sin (μ +185,0)	+0,39 sin (2 μ +169,7)	+0,03 sin (3 μ + 45,0)
Mai.	b = 724,23	+0,34 sin (μ +205,3)	+0,32 sin (2 μ +158,2)	+0,06 sin (3 μ + 4,8)
Juin	b = 728,40	+0,45 sin (μ +202,0)	+0,29 sin (2 μ +153,2)	+0,07 sin (3 μ +355,6)
Juillet	b = 727,72	+0,53 sin (μ +190,8)	+0,32 sin (2 μ +157,5)	+0,07 sin (3 μ + 6,0)
Août	b = 727,87	+0,32 sin (μ +198,4)	+0,32 sin (2 μ +156,4)	+0,08 sin (3 μ +346,0)
Septembre. . .	b = 728,87	+0,52 sin (μ +184,4)	+0,34 sin (2 μ +152,2)	+0,03 sin (3 μ +345,5)
Octobre.	b = 728,43	+0,14 sin (μ +208,0)	+0,49 sin (2 μ +160,7)	+0,04 sin (3 μ +244,7)
Novembre . . .	b = 726,09	+0,21 sin (μ +168,7)	+0,38 sin (2 μ +179,2)	+0,06 sin (3 μ +212,6)
Hiver.	b = 731,75	+0,18 sin (μ +162,0)	+0,36 sin (2 μ +166,8)	+0,08 sin (3 μ +174,4)
Printemps . . .	b = 726,68	+0,38 sin (μ +185,7)	+0,41 sin (2 μ +165,3)	+0,05 sin (3 μ + 6,3)
Été	b = 727,99	+0,43 sin (μ +196,7)	+0,31 sin (2 μ +155,3)	+0,07 sin (3 μ +354,3)
Automne	b = 727,80	+0,28 sin (μ +184,5)	+0,40 sin (2 μ +164,2)	+0,02 sin (3 μ +237,0)
Année	b = 728,54	+0,31 sin (μ +186,1)	+0,37 sin (2 μ +162,6)	+0,01 sin (3 μ + 0,0)

SAINT-BERNARD, 1874.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1873.	567,03	+0,25	-0,05	+0,04	+0,01	+0,15	+0,25	+0,05	-0,32	-0,57	-0,38	+0,06	+0,49
Janvier 1874 . .	565,04	+0,33	+0,04	+0,05	+0,01	+0,16	+0,25	0,00	-0,39	-0,60	-0,38	+0,08	+0,44
Février	561,43	+0,25	-0,01	-0,02	+0,07	+0,16	+0,28	+0,02	-0,36	-0,51	-0,26	+0,08	+0,28
Mars	564,21	+0,05	+0,02	+0,05	+0,18	+0,36	+0,44	+0,18	-0,22	-0,44	-0,34	-0,23	-0,05
Avril	561,56	0,00	+0,02	-0,02	+0,02	+0,26	+0,37	+0,19	-0,16	-0,30	-0,21	-0,17	-0,03
Mai.	560,86	+0,04	-0,01	+0,02	+0,13	+0,37	+0,43	+0,25	-0,12	-0,36	-0,36	-0,28	-0,12
Juin	568,69	+0,04	+0,07	+0,12	+0,08	+0,17	+0,24	+0,20	-0,09	-0,36	-0,32	-0,13	-0,02
Juillet	570,00	+0,12	-0,02	-0,10	-0,03	+0,13	+0,24	+0,11	-0,16	-0,26	-0,12	-0,01	+0,09
Août	567,98	0,00	+0,07	+0,07	+0,14	+0,25	+0,33	+0,19	-0,15	-0,36	-0,29	-0,20	-0,05
Septembre . . .	569,48	+0,11	+0,03	+0,05	+0,06	+0,18	+0,25	+0,06	-0,27	-0,40	-0,20	-0,01	+0,14
Octobre.	566,85	-0,08	-0,13	-0,05	+0,07	+0,30	+0,39	+0,30	-0,04	-0,35	-0,29	-0,16	+0,05
Novembre . . .	560,26	-0,06	-0,13	-0,09	+0,09	+0,17	+0,26	+0,11	-0,16	-0,26	-0,09	+0,11	+0,07
Hiver.	564,60	+0,28	0,00	+0,03	+0,03	+0,16	+0,26	+0,03	-0,35	-0,56	-0,34	+0,08	+0,41
Printemps . . .	562,22	+0,03	+0,01	+0,01	+0,11	+0,33	+0,41	+0,29	-0,17	-0,37	-0,31	-0,22	-0,07
Été	568,89	+0,05	+0,04	+0,03	+0,07	+0,18	+0,27	+0,17	-0,13	-0,32	-0,24	-0,11	+0,01
Automne	565,55	-0,01	-0,08	-0,03	+0,07	+0,21	+0,30	+0,15	-0,16	-0,34	-0,20	-0,03	+0,08
Année	565,32	+0,08	-0,01	+0,01	+0,07	+0,22	+0,31	+0,14	-0,21	-0,40	-0,27	-0,07	+0,10

Si l'on prend la différence entre la pression atmosphérique observée à Genève et au Saint-Bernard, on trouve pour le poids de la couche d'air comprise entre les deux stations :

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
Hiver.	167,15	-0,12	-0,44	-0,49	-0,19	-0,12	-0,10	0,00	+0,17	+0,34	+0,40	+0,26	+0,20
Printemps . . .	164,46	+0,07	-0,47	-0,76	-0,62	-0,34	-0,13	-0,06	+0,07	+0,33	+0,62	+0,85	+0,54
Été	159,10	-0,05	-0,46	-0,75	-0,68	-0,30	+0,01	+0,09	+0,19	+0,43	+0,58	+0,60	+0,32
Automne	162,25	+0,08	-0,38	-0,57	-0,45	-0,19	-0,04	0,00	+0,06	+0,19	+0,38	+0,54	+0,46
Année	163,22	0,00	-0,43	-0,64	-0,49	-0,24	-0,06	0,00	+0,13	+0,32	+0,49	+0,54	+0,39

Formules de la variation diurne du baromètre au Saint-Bernard, pendant l'année 1874

	mm	mm o	mm o	mm o
Décembre 1873.	b = 567,03	+0,22 sin (μ + 43,2)	+0,31 sin (2 μ +149,5)	+0,06 sin (3 μ +223,2)
Janvier 1874 . .	b = 565,04	+0,27 sin (μ + 46,5)	+0,31 sin (2 μ +148,4)	+0,03 sin (3 μ +240,5)
Février.	b = 561,43	+0,21 sin (μ + 35,8)	+0,27 sin (2 μ +156,2)	+0,04 sin (3 μ +293,2)
Mars	b = 564,21	+0,31 sin (μ +347,6)	+0,19 sin (2 μ +146,5)	+0,03 sin (3 μ +343,1)
Avril	b = 561,56	+0,21 sin (μ +337,2)	+0,16 sin (2 μ +142,4)	+0,07 sin (3 μ +351,9)
Mai.	b = 560,86	+0,31 sin (μ +336,7)	+0,18 sin (2 μ +135,9)	+0,03 sin (3 μ + 5,2)
Juin	b = 568,69	+0,22 sin (μ +353,1)	+0,14 sin (2 μ +123,2)	+0,06 sin (3 μ +272,8)
Juillet	b = 570,00	+0,08 sin (μ + 0,0)	+0,18 sin (2 μ +146,3)	+0,04 sin (3 μ +350,1)
Août	b = 567,98	+0,26 sin (μ +347,0)	+0,14 sin (2 μ +137,6)	+0,05 sin (3 μ +315,0)
Septembre . . .	b = 569,48	+0,18 sin (μ + 18,8)	+0,19 sin (2 μ +155,4)	+0,05 sin (3 μ +310,6)
Octobre	b = 566,85	+0,24 sin (μ +324,2)	+0,21 sin (2 μ +143,8)	+0,05 sin (3 μ +241,2)
Novembre . . .	b = 560,26	+0,08 sin (μ +327,9)	+0,19 sin (2 μ +137,8)	+0,05 sin (3 μ +285,5)
Hiver.	b = 564,60	+0,24 sin (μ + 41,7)	+0,30 sin (2 μ +149,2)	+0,05 sin (3 μ +236,9)
Printemps . . .	b = 562,22	+0,27 sin (μ +341,8)	+0,18 sin (2 μ +142,4)	+0,04 sin (3 μ + 0,0)
Été.	b = 568,89	+0,18 sin (μ +351,1)	+0,15 sin (2 μ +136,7)	+0,03 sin (3 μ +301,0)
Automne	b = 565,55	+0,16 sin (μ +344,9)	+0,18 sin (2 μ +156,6)	+0,04 sin (3 μ +277,5)
Année	b = 565,32	+0,19 sin (μ + 0,3)	+0,20 sin (2 μ +147,9)	+0,03 sin (3 μ +291,8)

La hauteur moyenne du baromètre, à Genève, au mois de décembre 1874 a été de 720^{mm},43, soit de 13^{mm},78 plus faible qu'en 1873, ce qui réduit à 727^{mm},37 la hauteur moyenne pour l'année civile. Au St-Bernard, la différence entre les mois de décembre 1874 et 1873 est de —13^{mm},07, et pour cette station la hauteur moyenne de l'année civile est de 564^{mm},21.

Si l'on compare la hauteur moyenne du baromètre pour chaque mois avec les valeurs moyennes, déduites pour Genève des 32 années 1836-67, et pour le St-Bernard des 27 années 1841-67, on trouve les écarts suivants :

Époque.	Genève.	Saint-Bernard.	Genève-St-Bernard.
	mm	mm	mm
Décembre 1873	+5,78	+4,71	+1,07
Janvier 1874. .	+4,93	+4,55	+0,38
Février.	+2,10	+1,19	+0,91
Mars	+6,77	+4,50	+2,27
Avril.	—0,53	—0,07	—0,46
Mai	—0,85	—2,98	+2,13
Juin	+1,27	+1,58	—0,31
Juillet	—0,04	+1,52	—1,56
Août.	+0,22	—0,42	+0,64
Septembre . . .	+1,31	+2,03	—0,72
Octobre	+1,91	+2,25	—0,34
Novembre . . .	+0,11	—1,77	+1,88
Année mét.1874.	+1,93	+1,44	+0,49
Décembre 1874.	—8,00	—8,36	+0,36
Année civile . .	+0,76	+0,33	+0,43

Dans les deux stations, mais surtout à Genève, le baromètre a été plus élevé que de coutume; l'excès de + 1^{mm},93 sur la hauteur moyenne pour l'année météorologique est très-exceptionnel; pendant trois mois seulement le baromètre a été au-dessous de la moyenne et d'une faible

quantité, tandis que les écarts positifs des mois de décembre 1873, janvier, mars et octobre 1874 dépassent notablement les limites de l'écart probable. Dans les mois de mars, mai et novembre on trouve une différence considérable dans les écarts du baromètre à Genève, et au Saint-Bernard, le baromètre étant relativement plus élevé dans la première des deux stations, tandis qu'au contraire, au mois de juillet, c'est au St-Bernard que le baromètre était relativement plus élevé.

Avec les données suivantes pour l'année 1874, $728^{mm},54$ et $565^{mm},32$ pour la hauteur moyenne du baromètre dans les deux stations, $+ 9^{\circ},45$ et $- 0^{\circ},87$ par la température moyenne, 0,75 et 0,78 pour la fraction moyenne de saturation, je trouve d'après mes tables hypsométriques $2071^{m},0$ pour la différence d'altitude entre les deux stations, chiffre dépassant de 7 décimètres seulement celui obtenu par le nivellement direct.

Les tableaux suivants renferment les données qui permettent d'apprécier la variabilité du baromètre dans chaque station, soit que l'on considère l'écart entre la hauteur moyenne du baromètre pour chaque jour et la hauteur normale, ou la variation entre deux jours consécutifs, soit que l'on considère les maxima et les minima absolus observés dans chaque mois.

GENÈVE, 1874. — PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1873 .	2	29	2	±7,62	– 1,10 le 28	+12,54 le 4	±2,40	– 5,33 le 26	+ 5,27 le 7
Janv. 1874.	4	27	4	5,74	– 5,13 le 17	+10,52 le 26	2,97	– 6,67 le 2	+ 5,59 le 4
Février. . .	12	16	4	5,94	– 8,35 le 27	+10,97 le 5	3,29	– 7,56 le 14	+ 6,66 le 27
Mars	3	28	2	8,02	– 5,53 le 10	+13,57 le 14	3,43	– 6,28 le 8	+ 8,65 le 11
Avril . . .	13	17	5	6,80	–15,74 le 12	+ 8,97 le 1	4,14	– 9,87 le 2	+ 8,88 le 12
Mai	19	12	3	4,71	– 8,69 le 9	+ 6,42 le 14	2,57	– 4,56 le 21	+ 4,94 le 10
Juin	7	23	8	3,93	– 5,88 le 27	+ 8,62 le 4	2,74	– 4,76 le 20	+ 8,52 le 28
Juillet . . .	15	16	3	2,84	– 7,69 le 29	+ 4,68 le 1	1,76	– 3,78 le 28	+ 4,45 le 29
Août	18	13	5	2,20	– 4,58 le 14	+ 3,54 le 18	1,83	– 2,52 le 24	+ 6,30 le 14
Septembre.	8	22	9	2,91	– 3,03 le 9	+ 6,80 le 25	2,48	– 4,66 le 30	+ 5,46 le 23
Octobre . .	9	22	7	4,85	– 7,24 le 3	+ 9,90 le 26	3,45	– 5,53 le 14	+ 8,89 le 23
Novembre .	18	12	5	6,99	–12,66 le 30	+10,62 le 7	3,34	– 6,42 le 11	+ 8,00 le 17
Année . . .	128	237	57	±5,50	–15,74 le 12 avril	+13,57 le 14 mars	±2,94	–9,87 le 2 avril	+ 8,89 le 23 octobre

SAINT-BERNARD, 1874. — PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1873 .	2	29	2	±6,40	– 4,42 le 28	+10,29 le 4	±2,56	– 5,97 le 26	+ 4,43 le 1
Janv. 1874 .	3	28	4	5,18	– 3,12 le 17	+11,46 le 22	2,58	–4,49 15 et 16	+ 6,26 le 18
Février . .	14	14	4	4,70	– 5,99 le 18	+10,59 le 6	2,82	– 7,00 le 7	+ 7,28 le 10
Mars. . . .	4	27	2	6,12	– 8,07 le 11	+ 9,80 le 17	2,83	– 5,71 le 9	+ 6,48 le 11
Avril. . . .	15	15	3	5,65	–11,41 le 11	+ 7,34 le 22	2,60	– 4,45 le 10	+ 4,60 le 6
Mai	24	7	5	5,56	–11,84 le 9	+ 7,48 le 31	2,20	– 3,44 le 22	+ 4,55 le 27
Juin	11	19	6	5,07	– 6,33 le 28	+10,79 le 4	2,78	– 3,75 le 21	+ 5,85 le 28
Juillet . . .	11	20	3	4,25	– 6,58 le 25	+ 7,06 le 3	1,88	– 4,23 le 28	+ 4,26 le 30
Août. . . .	19	12	5	1,68	– 3,49 le 9	+ 3,22 le 31	1,29	– 2,11 le 7	+ 3,03 le 30
Septembre.	5	25	6	3,56	– 2,21 le 13	+ 7,02 le 25	1,71	– 3,41 le 28	+ 3,29 le 13
Octobre . .	8	23	10	4,61	– 4,44 le 23	+ 9,99 le 26	3,21	– 6,62 le 3	+ 6,90 le 23
Novembre .	20	10	1	7,21	–13,00 le 14	+ 9,52 le 7	3,03	– 7,64 le 11	+ 7,21 le 17
Année . . .	136	229	51	±5,19	–13,00 le 14 novembre	+11,46 le 22 janvier	±2,52	– 7,64 le 11 novembre	+ 7,28 le 10 février

GENÈVE, 1874.

Époque.	Maximum.	Date.	Minimum.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1873.	740,80	le 8	725,20	le 27	15,60
Janv. 1874.	738,51	le 26	722,04	le 17	16,47
Février . .	738,63	le 5	716,16	le 27	22,47
Mars . . .	739,15	le 14	716,76	le 10	22,39
Avril . . .	733,99	le 1	705,60	le 11	28,39
Mai	733,57	le 14	715,47	le 3	18,10
Juin. . . .	735,46	le 4	718,03	le 22	17,43
Juillet. . .	733,28	le 1	719,42	le 29	13,86
Août . . .	732,27	le 18	720,93	le 14	11,34
Septembre.	734,75	le 25	723,89	le 9	10,86
Octobre. .	737,36	le 26	718,46	le 3	18,90
Novembre.	735,95	le 7	712,04	le 30	23,91
Année . . .	740,80	le 8 déc.	705,60	le 11 avril	35,20

SAINT-BERNARD, 1874.

Époque.	Maximum.	Date.	Minimum.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1873.	572,80	le 4	556,44	le 28	16,36
Janv. 1874.	572,87	le 22	556,54	le 17 et 18	16,33
Février . .	571,31	le 6	553,43	le 19	17,88
Mars . . .	570,32	le 17	549,60	le 11	20,72
Avril . . .	569,75	le 22	547,82	le 14	21,93
Mai	573,88	le 31	551,46	le 9	22,42
Juin. . . .	577,29	le 4	559,20	le 15	18,09
Juillet. . .	575,37	le 3	560,35	le 30	15,02
Août . . .	572,65	le 31	563,94	le 9	8,71
Septembre.	574,40	le 2	564,28	le 13	10,12
Octobre. .	574,20	le 26	557,21	le 3	16,99
Novembre.	572,67	le 7	549,05	le 14	23,62
Année. . .	577,29	le 4 juin	547,82	le 14 avril	29,47

GENÈVE, 1874. — Tension de la vapeur.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	18 h.	20 h.	22 h.	TENSION moyenne des 24 h.	TENSION Minimum absolu	TENSION Maximum absolu
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1873.	4,20	4,25	4,21	4,15	4,11	4,07	4,05	3,97	4,05	4,09	2,48	7,01
Janvier 1874 . .	4,19	4,32	4,14	4,17	4,08	4,02	3,81	3,81	4,05	4,04	2,09	6,54
Février	3,97	3,96	4,04	4,13	4,06	4,04	3,67	3,75	3,96	3,93	1,73	6,36
Mars	4,42	4,48	4,24	4,46	4,57	4,58	4,42	4,68	4,51	4,44	1,49	6,87
Avril	6,03	5,83	5,94	6,04	6,52	6,41	6,25	6,64	6,38	6,18	2,66	10,06
Mai.	5,81	5,59	5,79	6,22	6,53	6,48	6,52	6,57	5,16	6,15	2,12	11,55
Juin	9,49	9,51	9,85	9,75	10,44	10,43	9,84	9,82	9,90	9,85	4,75	14,28
Juillet	12,25	12,13	12,56	12,87	13,06	12,76	12,53	12,57	12,32	12,51	6,40	16,84
Août	9,87	9,89	9,77	10,14	10,07	10,11	9,51	10,10	10,02	9,82	6,25	15,11
Septembre . . .	9,96	9,83	9,77	10,53	10,50	9,97	9,21	9,93	10,09	9,75	5,41	13,10
Octobre.	7,92	8,09	8,19	8,09	7,96	7,64	6,90	7,30	8,02	7,66	4,28	12,27
Novembre . . .	5,11	5,17	5,13	5,03	4,91	4,81	4,67	4,83	5,05	4,93	2,24	7,80
Hiver.	4,13	4,18	4,13	4,15	4,08	4,05	3,85	3,84	4,02	4,02	1,73	7,01
Printemps . . .	5,41	5,29	5,31	5,57	5,87	5,82	5,72	5,96	5,67	5,58	1,49	11,55
Été	10,55	10,52	10,74	10,94	11,20	11,11	10,64	10,84	10,76	10,73	4,75	16,84
Automne	7,66	7,70	7,70	7,89	7,79	7,47	6,93	7,35	7,72	7,45	2,24	13,10
Année	6,95	6,94	6,98	7,12	7,25	7,13	6,80	7,02	7,06	6,96	1,49	16,84

GENÈVE, 1874. — Fraction de saturation en millièmes.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Fraction moyenne	Minimum absolu	Maximum absolu
Déc. 1873 .	838	809	831	860	870	884	889	898	904	906	895	868	871	500	1000, 47 fois
Janvier 1874	801	799	788	837	861	898	913	917	919	917	912	865	869	430	1000, 86 »
Février. . .	672	640	650	713	755	794	819	829	842	852	852	760	765	330	1000, 13 »
Mars	575	536	506	574	656	706	760	811	865	857	807	649	692	170	990
Avril	549	486	499	536	642	690	746	821	871	838	739	646	672	190	1000, 2 »
Mai	517	473	496	560	638	692	741	819	869	831	705	601	662	180	1000, 4 »
Juin	533	517	518	549	685	756	807	837	850	799	682	600	678	270	990
Juillet . . .	571	527	562	605	672	730	785	850	877	835	697	622	694	320	990
Août	580	537	525	598	666	736	791	851	879	837	714	638	696	330	1000, 1 »
Septembre .	586	553	547	654	728	768	812	866	906	884	766	667	728	320	980
Octobre . .	704	691	695	768	856	882	908	917	936	931	918	795	834	380	1000, 18 »
Novembre .	757	723	759	805	835	831	835	838	845	856	869	813	814	360	1000, 9 »
Hiver. . . .	774	753	760	806	831	861	875	883	890	893	887	833	837	330	1000, 146 fois
Printemps .	547	499	500	557	646	696	749	817	868	842	750	632	675	170	1000, 6 »
Été	562	527	535	584	674	741	794	846	869	824	698	620	689	270	1000, 1 »
Automne . .	682	656	667	743	807	828	852	874	896	891	852	759	792	320	1000, 27 »
Année . . .	640	608	615	672	739	784	817	855	881	862	796	710	748	170	1000, 180 fois

Formules de la variation diurne de la fraction de saturation. — GENÈVE, 1874.

Décembre 1873	$H = 871 + 39 \sin(\mu + 224^\circ,4) + 15 \sin(2\mu + 222^\circ,3) + 4 \sin(3\mu + 187^\circ,1)$
Janvier 1874	$H = 869 + 67 \sin(\mu + 224,9) + 17 \sin(2\mu + 205,8) + 4 \sin(3\mu + 259,2)$
Février	$H = 765 + 102 \sin(\mu + 219,6) + 34 \sin(2\mu + 213,8) + 9 \sin(3\mu + 248,7)$
Mars	$H = 692 + 170 \sin(\mu + 215,1) + 30 \sin(2\mu + 241,7) + 10 \sin(3\mu + 17,2)$
Avril	$H = 672 + 180 \sin(\mu + 217,7) + 23 \sin(2\mu + 256,3) + 14 \sin(3\mu + 81,7)$
Mai	$H = 662 + 180 \sin(\mu + 223,7) + 32 \sin(2\mu + 275,4) + 13 \sin(3\mu + 79,3)$
Juin	$H = 678 + 176 \sin(\mu + 234,1) + 4 \sin(2\mu + 255,2) + 17 \sin(3\mu + 37,9)$
Juillet	$H = 694 + 160 \sin(\mu + 229,5) + 23 \sin(2\mu + 302,8) + 11 \sin(3\mu + 77,4)$
Août	$H = 696 + 168 \sin(\mu + 224,5) + 13 \sin(2\mu + 291,5) + 11 \sin(3\mu + 64,8)$
Septembre	$H = 728 + 167 \sin(\mu + 228,1) + 30 \sin(2\mu + 251,4) + 13 \sin(3\mu + 77,6)$
Octobre	$H = 834 + 126 \sin(\mu + 228,7) + 38 \sin(2\mu + 219,7) + 5 \sin(3\mu + 309,0)$
Novembre	$H = 814 + 50 \sin(\mu + 217,0) + 33 \sin(2\mu + 217,0) + 9 \sin(3\mu + 208,3)$
Hiver	$H = 837 + 68 \sin(\mu + 222,6) + 22 \sin(2\mu + 212,3) + 5 \sin(3\mu + 240,9)$
Printemps	$H = 675 + 176 \sin(\mu + 219,0) + 28 \sin(2\mu + 258,0) + 12 \sin(3\mu + 63,2)$
Été	$H = 689 + 168 \sin(\mu + 229,7) + 14 \sin(2\mu + 297,3) + 15 \sin(3\mu + 61,7)$
Automne	$H = 792 + 114 \sin(\mu + 228,0) + 34 \sin(2\mu + 229,3) + 2 \sin(3\mu + 95,0)$
Année	$H = 748 + 131 \sin(\mu + 225,2) + 22 \sin(2\mu + 242,0) + 6 \sin(3\mu + 62,2)$

Au mois de décembre 1874, la tension moyenne de la vapeur a été de $3^{mm},67$ et la fraction moyenne de saturation 0,810, ce qui réduit à $6^{mm},92$, la tension moyenne et à 0,743 la fraction moyenne de saturation pour l'année civile 1874.

Si l'on compare l'année 1874 avec la moyenne des 20 années 1848-67, on trouve les écarts suivants pour la tension de la vapeur, pour la fraction de saturation en millièmes, et pour le nombre de cas de saturation.

ÉCARTS.

	Tension de la vapeur.	Fraction de saturation.	Cas de saturation.
	mm		
Décembre 1873 .	—0,13	— 1	+ 6
Janvier 1874 . .	—0,08	+ 7	+52
Février	—0,42	— 56	— 6
Mars	—0,25	— 69	—10
Avril	+0,11	— 36	— 2
Mai	—1,69	— 52	— 1
Juin.	—0,09	— 29	— 2
Juillet	+1,93	+ 16	— 2
Août	—0,78	— 12	— 1
Septembre. . . .	+0,24	— 51	— 6
Octobre	—0,13	— 3	— 3
Novembre. . . .	—0,40	— 22	— 8
Année.	—0,14	— 25	+17

L'année 1874 peut être considérée, en somme, comme une année sèche, on trouve dans presque tous les mois une tension de la vapeur moindre que de coutume, et de même une plus faible fraction de saturation ; le mois de juillet seul a été notablement plus humide que de coutume, le mois de mai, au contraire, très-sec, pour les autres mois l'écart a été peu considérable pour l'un ou pour l'autre des deux éléments qui caractérisent l'état hygrométrique, ou pour les deux à la fois.

Vents observés à Genève, dans l'année 1874.

	Décemb. 1873.	Janvier 1874.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Année.
Calme	6	10	12	5	17	7	6	9	9	13	14	4	112
N. . .	16	27	51	72	85	78	72	96	53	58	44	31	683
NNE .	68	48	59	46	74	65	66	36	87	31	31	53	664
NE. .	48	26	40	28	28	51	25	17	22	25	16	50	376
ENE .	13	2	4	1	2	2	2	4	2	2	1	6	41
E. . .	24	9	4	1	2	11	9	7	7	2	5	15	96
ESE .	9	2	0	2	0	3	1	3	1	1	0	2	24
SE. .	12	23	4	6	5	3	5	8	2	5	8	20	101
SSE. .	14	18	9	8	4	0	2	1	10	8	12	5	91
S. . .	16	17	19	24	19	15	25	19	21	9	18	19	221
SSO. .	25	36	44	50	37	33	26	33	57	69	65	35	510
SO. .	37	69	33	33	24	28	29	29	35	60	43	44	464
OSO. .	2	14	10	7	12	6	9	8	21	19	18	8	134
O. . .	3	8	3	13	4	7	11	10	12	5	15	9	100
ONO .	0	2	0	0	1	0	2	2	2	1	0	3	13
NO. .	7	4	2	9	8	7	12	8	2	4	1	6	70
NNO .	5	4	5	13	2	15	12	8	7	7	3	3	84

	RAPPORT. Vents NE. à SO.	RÉSULTANTE. Direction.	RÉSULTANTE. Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Décembre 1873 .	2,04	N 53°,8 E	22,1	2,2
Janvier 1874. . .	0,78	S 23,0 O	15,7	3,6
Février	1,45	N 11,8 E	17,6	4,8
Mars	1,17	N 29,2 O	18,2	1,8
Avril	1,99	N 2,0 E	36,7	6,3
Mai	2,33	N 10,6 E	44,8	2,5
Juin.	1,74	N 3,5 O	34,5	2,2
Juillet.	1,62	N 11,8 O	27,7	3,2
Août	1,17	N 26,1 O	16,3	3,2
Septembre . . .	0,73	S 71,5 O	22,2	4,8
Octobre	0,61	S 55,8 O	21,6	5,0
Novembre. . . .	1,35	N 50,7 E	14,5	1,5
Année	1,30	N 7,0 O	14,5	3,4

La prédominance des vents du nord et du nord-est a été un peu plus forte que de coutume, ce qui tient à une diminution dans le nombre des vents du sud et du sud-ouest. Si l'on réduit les chiffres du tableau précédent, dans lesquels il a été tenu compte de l'intensité du vent, et qui se rapportent au nombre total de 3285 observations dans l'année, au chiffre proportionnel de 1000, pour les comparer aux valeurs moyennes, on trouve :

	1874.	Moyenne.	Différence.		1874.	Moyenne.	Différence.
N.	208	273	— 65	S.	67	116	— 49
NNE.	202	216	— 14	SSO.	155	194	— 39
NE.	114	38	+ 76	SO.	141	125	+ 16
Pour les 3 directions N à NE			— 3	Pour les 3 directions S à SO			— 72

Ainsi l'intensité des vents soufflant du nord au nord-est a atteint à très-peu près sa valeur normale, l'excédant des vents du nord-est couvre le déficit dans les vents du nord et du nord-nord-est, le courant polaire se rapprochait plus que de coutume de la direction est. Le courant équatorial s'est également rapproché plus que de coutume de la direction ouest, mais le faible excédant des vents du sud-ouest ne suffit pas pour combler le déficit des vents du sud et du sud-sud-ouest. Si l'on examine le relevé des jours de forte bise et de fort vent du sud, donné pour chaque mois dans le tableau suivant, on trouvera une confirmation de l'écart que présente l'année 1874 avec la moyenne dans la répartition des vents ; le nombre de jours de forte bise atteint presque le chiffre moyen, tandis que le nombre de jours de forts vents du sud est très-inférieur à la moyenne, il n'atteint pas même la moitié.

	Nombre de jours de	
	forte bise.	fort vent du Midi.
Décembre 1873 . .	4	0
Janvier 1874	3	2
Février.	4	1
Mars	3	1
Avril	4	2
Mai	7	3
Juin	3	0
Juillet	1	1
Août	5	5
Septembre	1	2
Octobre	0	4
Novembre	5	1
Année	40	22

Les vents observés au Saint-Bernard pendant l'année 1874 sont :

	VENTS.			RÉSULTANTE.		
ÉPOQUE.	NE.	SO.	Rapport.	Direction.	Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Déc. 1873.	180	68	2,65	N 45° E	40,1	32,3
Janv. 1874.	158	77	2,05	N 45 E	29,0	22,0
Février . .	179	124	1,44	N 45 E	21,8	11,9
Mars. . . .	280	66	4,24	N 45 E	76,7	1,4
Avril . . .	219	94	2,33	N 45 E	46,3	7,0
Mai	302	56	5,39	N 45 E	88,2	9,3
Juin. . . .	175	115	1,52	N 45 E	22,2	8,9
Juillet . . .	199	79	2,52	N 45 E	43,0	10,0
Août . . .	219	75	2,91	N 45 E	51,6	6,8
Septembre.	80	238	0,34	S 45 O	58,5	7,8
Octobre. .	93	243	0,38	S 45 O	53,8	1,8
Novembre.	260	74	3,51	N 45 E	66,7	1,9
Année. . .	2344	1309	1,79	N 45 E	31,5	10,1

Pluie ou neige, dans l'année 1874.

ÉPOQUE.	GENÈVE. Nombre de jours.	Eau tombée.	Nombre d'heures.	SAINT-BERNARD. Nombre de jours.	Eau tombée.
		mm			mm
Décemb. 1873.	3	10,0	12	1	7,9
Janvier 1874 .	5	12,5	21	1	4,6
Février	6	14,9	28	4	15,6
Mars	11	16,3	43	2	11,2
Avril	12	60,3	69	7	49,1
Mai	13	75,3	60	7	79,1
Juin.	15	93,9	68	9	143,3
Juillet.	7	64,1	36	10	150,7
Août	8	73,0	32	8	100,7
Septembre. . .	8	20,9	22	6	60,7
Octobre	9	47,4	45	3	35,4
Novembre. . .	9	73,0	76	7	67,8
Hiver	14	37,4	61	6	28,1
Printemps. . .	36	151,9	172	16	139,4
Été	30	231,0	136	27	394,7
Automne . . .	26	141,3	143	16	163,9
Année.	106	561,6	512	65	726,1

La comparaison de l'année 1874 avec la moyenne des 42 années 1826-67, pour Genève, et avec la moyenne des 27 années 1841-67, pour le St-Bernard, donne les différences suivantes pour le nombre de jours de pluie ou de neige, et pour la quantité d'eau tombée.

	ÉCARTS A GENÈVE Jours de pluie.	Eau tombée.	ÉCARTS AU ST.-BERNARD Jours de pluie.	Eau tombée.
		mm		mm
Décembre 1873	— 6	— 39,9	— 7	— 65,2
Janvier 1874 . .	— 5	— 36,4	—10	—124,5
Février	— 2	— 22,7	— 5	— 78,0
Mars.	+ 1	— 32,2	— 9	— 85,7
Avril.	+ 1	+ 1,9	— 4	— 71,0
Mai.	+ 1	— 6,6	— 4	— 41,0
Juin	+ 4	+ 16,3	— 1	+ 42,0
Juillet	— 2	— 3,4	+ 1	+ 75,6
Août.	— 2	— 8,1	— 1	+ 14,9
Septembre . . .	— 3	— 79,8	— 3	— 55,3
Octobre	— 2	— 50,5	— 7	—106,9
Novembre	— 1	— 0,8	— 3	— 30,7
Hiver	—13	— 99,0	—22	—267,7
Printemps. . . .	+ 3	— 36,9	—17	—197,7
Été.	0	+ 4,8	— 1	+132,5
Automne	— 6	—131,1	—13	—192,9
Année	—16	—262,2	—53	—525,8

Dans les deux stations, il y a eu pendant l'année 1874 déficit dans le nombre de jours de précipitation aqueuse et dans la quantité d'eau, déficit très-marqué surtout au St-Bernard. A Genève, le nombre de jours de pluie a été moindre que de coutume, surtout en hiver et en automne, et dans ces deux saisons la quantité d'eau tombée reste fort au-dessous de la moyenne. L'été seul donne un très-léger excédant dans la quantité de pluie, qui est dû au mois de juin.

Le caractère pluvieux de l'été a été beaucoup plus prononcé au St-Bernard qu'à Genève, et l'on trouve dans chacun de ces trois mois un excédant dans la quantité d'eau tombée; par contre le caractère de sécheresse de l'hiver, du printemps et de l'automne est aussi beaucoup plus prononcé au St-Bernard qu'à Genève.

Il n'est presque point tombé de neige à Genève pendant les trois mois d'hiver : le 19 février seulement, il en est tombé une couche de 50 millimètres de hauteur, qui avait déjà disparu le lendemain soir. Le 11 mars, il est tombé 35 millimètres, et le 13 mars, 70 millimètres de neige; mais elle n'est pas restée plus de deux jours sur le sol. Vers la fin du mois de novembre, le 16, le 27 et le 28 il est tombé un peu de neige, 25 millimètres pour chacun des deux premiers jours, mais elle a fondu au bout de peu d'heures.

Hauteur de la neige tombée au Saint-Bernard dans les différents mois de 1874.

	millimètres.
Décembre 1873. . . .	120
Janvier 1874	70
Février.	240
Mars	135
Avril	495
Mai.	509
Juin	200
Juillet.	0
Août	0
Septembre	0
Octobre.	560
Novembre	1055
Année	3375

J'ai indiqué dans le tableau suivant, pour chaque mois, les plus longues périodes de sécheresse, ou de jours consécutifs de pluie, et les plus longues périodes pluvieuses, ou de jours de pluie consécutifs. J'ai indiqué également le nombre de jours, compris dans le nombre total des jours de pluie, pour lesquels la quantité d'eau tombée était très-faible, au-dessous de 1 millimètre, ou presque insensible, au-dessous d'un quart de millimètre; enfin la quantité maximum d'eau tombée dans 24 heures dans chaque mois. Cette quantité a dépassé trois centimètres, une fois au mois de mai, et une fois au mois de novembre, mais de fort peu seulement.

Époque.	Périodes de sécheresse.	Périodes pluvieuses.	Pluie dans 24 heures au-dessous de 1mm,0.	Pluie dans 24 heures au-dessous de 0mm,25.	Pluie dans 24 heures maximum.	Pluie dans 24 heures dépassant 3cm
					mm	
Décembre 1873	19 jours (1–19)	2 jours (27–28)	1	0	5,8 le 27	–
Janvier 1874..	18 » (21 janv. 7 févr.)	2 » (3– 4)	2	0	7,1 le 17	–
Février	7 » (9–15)	4 » (16–19)	1	0	6,1 le 16	–
Mars	7 » (21–27)	3 » (1– 3)	5	2	5,4 le 10	–
Avril	5 » (17–21)	3 » (22–24)	2	2	19,1 le 4	–
Mai	11 » (27 avril 7 mai)	5 » (11–15)	5	2	30,8 le 23	1
Juin	6 » (9–14)	4 » (26–29)	4	2	17,6 le 22	–
Juillet	15 » (30 juin 14 juillet)	3 » (28–30)	0	0	28,6 le 20	–
Août	13 » (15–27)	2 »	1	0	22,2 le 14	–
Septembre....	10 » (30 août 8 sept.)	2 »	4	4	8,4 le 10	–
Octobre......	9 » (9–17)	5 » (1– 5)	2	2	19,6 le 3	–
Novembre	18 » (24 oct. 10 nov.)	5 » (16–20)	1	0	34,6 le 19	1
Année	19 jours (du 1 au 19 décembre.)	5 jours	28	14	34,6 le 19 novem.	2

J'ai calculé pour Genève, ainsi que je l'avais déjà fait les années précédentes, la durée relative de la pluie, pour chaque mois, pour les saisons et pour l'année entière, en divisant le nombre d'heures de pluie d'une période par le nombre total d'heures de cette période. Le tableau suivant renferme, en outre, la durée moyenne de la pluie pour un jour de pluie et la quantité moyenne d'eau tombée par heure; on voit d'après ces chiffres qu'il a plu pendant un peu moins de la dix-septième partie de la durée de l'année, il y a eu en moyenne un peu moins de cinq heures pendant lesquelles la précipitation avait lieu un jour de pluie, et la quantité moyenne d'eau tombée par heure dépasse un peu un millimètre.

GENÈVE.

Époque.	Durée relative de la pluie.	Nombre moyen d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 heure.
Décembre 1873...	0,016	4,00	0mm,83
Janvier 1874.....	0,028	4,20	0,60
Février.........	0,042	4,67	0,53
Mars	0,058	3,91	0,38
Avril...........	0,096	5,75	0,87
Mai............	0,081	4,62	1,25
Juin	0,094	4,53	1,38
Juillet	0,048	5,14	1,78
Août	0,043	4,00	2,28
Septembre	0,031	2,75	0,95
Octobre	0,060	5,00	1,05
Novembre	0,106	8,44	0,96
Hiver...........	0,028	4,36	0,61
Printemps	0,078	4,78	0,88
Été	0,062	4,53	1,70
Automne	0,065	5,50	0,99
Année	0,058	4,83	1,10

ÉPOQUE.	GENÈVE Jours de tonnerre	Jours d'éclairs sans tonnerre.
Décembre 1873	0	0
Janvier 1874	0	0
Février	0	0
Mars	0	0
Avril	1	0
Mai.	4	0
Juin	10	0
Juillet.	11	3
Août	4	3
Septembre	0	1
Octobre.	0	0
Novembre.	0	0
Année	30	7

État du ciel.

ÉPOQUE.	GENÈVE. Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très-nuag.	Jours cou-verts.	Clarté moyenne.	SAINT-BERNARD. Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très-nuag.	Jours cou-verts.	Clarté moyenne
Déc. 1873 .	2	5	5	19	0,77	23	2	3	3	0,18
Janv. 1874.	7	2	3	19	0,69	17	8	3	3	0,26
Février ...	7	7	3	11	0,53	10	2	5	11	0,51
Mars	11	7	5	8	0,44	13	5	4	9	0,42
Avril......	9	4	7	10	0,51	9	5	6	10	0,54
Mai.......	9	6	6	10	0,55	5	2	7	17	0,69
Juin	4	12	8	6	0,53	2	7	10	11	0,66
Juillet.....	11	8	7	5	0,43	8	6	6	11	0,54
Août......	13	6	6	6	0,40	10	6	7	8	0,49
Septembre.	13	5	5	7	0,41	9	4	6	11	0,54
Octobre ...	3	7	10	11	0,59	14	1	4	12	0,50
Novembre .	2	5	5	18	0,74	15	3	2	10	0,43
Hiver	16	14	11	49	0,670	50	12	11	17	0,314
Printemps.	29	17	18	28	0,501	27	12	17	36	0,553
Été	28	26	21	17	0,452	20	19	23	30	0,562
Automne ..	18	17	20	36	0,584	38	8	12	33	0,488
Année.....	91	74	70	130	0,551	135	51	63	116	0,480

GENÈVE

ÉPOQUE.	Brouillard tout le jour.	Brouillard une partie de la journée.	Nombre total.
Décembre 1873. . .	10	6	16
Janvier 1874. . . .	10	6	16
Février.	1	3	4
Mars.	0	0	0
Avril.	0	0	0
Mai	0	0	0
Juin	0	1	1
Juillet	0	0	0
Août	0	0	0
Septembre	0	1	1
Octobre	0	10	10
Novembre	1	10	11
Année	22	37	59

A Genève, le ciel a été beaucoup plus clair que de coutume pendant l'année 1874, la fraction donnant le degré de nébulosité est notablement plus faible et l'on trouve une augmentation dans le nombre des jours clairs, ou peu nuageux, et une diminution dans le nombre de jours couverts. Cependant le nombre de jours de brouillard en hiver a été plus grand que de coutume, le nombre total s'étant élevé à 59, sur lesquels il y en a 22, où le brouillard a persisté pendant toute la journée.

SUR LA POLARISATION ROTATOIRE
DU QUARTZ

Par MM. J.-L. SORET et Édouard SARASIN

L'angle dont une lame de quartz taillée perpendiculairement à l'axe fait tourner le plan de polarisation de la lumière, a été déterminé par M. Broch [1], et plus récemment par M. Stéfan [2], pour des rayons de diverses réfrangibilités entre les limites des raies solaires B et H.

Nous avons pensé qu'il y aurait de l'intérêt à étendre ces déterminations aux rayons ultraviolets en utilisant pour cela le spectroscope à oculaire fluorescent précédemment décrit par l'un de nous [3]. Nous avons aussi mesuré la rotation dans la partie la moins réfrangible du spectre pour les longueurs d'ondulation des raies *a* et A qui, à notre connaissance, n'avaient pas encore été l'objet de recherches à cet égard.

Nous avons adopté la méthode de MM. Fizeau et Foucault, qui a aussi été employée par M. Broch et M. Stéfan dans leurs travaux sur le quartz, et par plusieurs autres

[1] Dove's Repertorium, tome VII, p. 115; *Ann. de Chim. et de Phys.* (3), XXIV, p. 119.

[2] *Sitzungsberichte der Wiener Akad.*, tome L, p. 88.

[3] *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 1874, tome XLIX, page 338; *Journal de Physique*, tome III, p. 253.

physiciens dans des recherches analogues. Cette méthode est trop connue pour que nous ayons à en parler longuement; nous nous bornerons à indiquer rapidement quelle était la disposition de notre appareil.

La lumière solaire réfléchie horizontalement par un miroir métallique (verre argenté) était concentrée par une lentille convergente de 72^{mm} d'ouverture et de 1^{m},15 environ de distance focale. Un peu avant le foyer de la lentille le faisceau traversait un grand prisme de Nicol, ensuite une lame de quartz taillée perpendiculairement à l'axe, puis un second Nicol fixé sur un cercle gradué, enfin il pénétrait dans un spectroscope dont la fente était placée au foyer de la lentille.

Le spectre que l'on observe dans ces conditions est traversé, comme on le sait, par des bandes noires d'autant plus rapprochées que la lame de quartz est plus épaisse. En tournant le Nicol analyseur, on peut amener une de ces bandes en coïncidence avec telle ou telle raie du spectre solaire, et déduire de l'angle dont il a fallu le faire tourner la rotation de la lumière de réfrangibilité correspondante.

Dans la partie ultraviolette du spectre rendue visible à l'aide de l'oculaire fluorescent, les bandes noires se manifestent absolument de même, et nous avons pu ainsi étendre les déterminations jusqu'à la raie N, que l'on distingue encore avec assez de netteté en employant des appareils en verres d'optique et un prisme en flint blanc.

Pour aller au delà de la raie N il faudrait que les lentilles et le prisme du spectroscope fussent en quartz ou en spath d'Islande; nous avons rencontré dans la disposition d'appareils de cette nature des difficultés qui nous

ont arrêtés jusqu'ici, mais que nous espérons arriver à surmonter bientôt.

Nous rappelons que le procédé employé pour rendre visibles les rayons ultraviolets consiste essentiellement à placer au foyer de la lunette du spectroscope une lame fluorescente que l'on observe avec un oculaire incliné sur l'axe de la lunette. Ce dispositif a subi, depuis qu'il a été décrit, quelques perfectionnements dont voici les plus importants : 1° La ligne autour de laquelle l'oculaire peut tourner comme autour d'un axe en s'inclinant sur l'axe général de la lunette spectroscopique, passe par la lame fluorescente (et non plus en arrière) ; il en résulte que le centre de celle-ci reste toujours au foyer de l'oculaire et qu'il n'est pas nécessaire de faire varier la mise au point suivant l'inclinaison. 2° Les lames fluorescentes liquides sont d'une épaisseur plus petite que précédemment ; les lames de verre très-mince entre lesquelles le liquide est placé ne sont écartées que d'un demi-millimètre environ au lieu de $1^{mm},5$; on obtient ainsi plus de netteté dans les raies.

Nous avons, dans certains cas, employé le verre d'urane comme lame fluorescente, par exemple pour nous assurer que l'on obtient des mesures concordantes en observant tantôt avec l'oculaire ordinaire, tantôt avec l'oculaire fluorescent, une raie telle que *h* située près de l'extrémité du spectre visible. Mais le plus souvent nous nous sommes servis d'une dissolution étendue d'esculine qui nous a paru le mieux répondre au but ; en effet, les rayons violets extrêmes et ultraviolets jusqu'au delà de N excitent vivement sa fluorescence ; de plus elle n'absorbe pas les rayons qu'elle émet, en sorte que le spectre vu par

transparence a à peu près autant d'éclat que si on regardait la lame du côté où arrive la lumière.

Pour l'observation des raies *a* et A il suffit de placer devant la fente du spectroscope une lame en verre bleu de cobalt qui laisse passer le rouge extrême en absorbant les radiations voisines plus réfrangibles. On distingue alors très-facilement ces deux raies et l'on peut faire les mesures, tout au moins pour *a*, avec autant de précision que pour le reste du spectre.

Nous avons fait presque toutes nos observations avec une lame de quartz lévogyre de $30^{mm},085$ d'épaisseur. Nous avons fait aussi quelques essais avec une lame dextrogyre de 10^{mm} d'épaisseur; pour les raies comprises entre *a* et H, nous avons obtenu ainsi des chiffres identiques à ceux que nous donnait la lame épaisse de 30^{mm}; mais, dans les parties du spectre qui n'ont pas un grand éclat, les bandes noires auxquelles donne lieu la lame de 10^{mm} sont trop larges pour que le pointé puisse se faire avec une précision suffisante.

En employant directement la lumière solaire comme nous l'avons fait, il faut d'abord placer l'analyseur dans une position telle que la raie du spectre sur laquelle on veut opérer soit bien visible; on amène alors le réticule de la lunette en coïncidence avec cette raie, puis on fait tourner l'analyseur de manière à amener le centre d'une bande noire en coïncidence avec le réticule et par conséquent avec la raie sur laquelle il a été fixé; la raie elle-même cesse en général d'être visible.

Ce pointé ne peut pas se faire avec une précision absolue; il faut faire en tous cas plusieurs mesures dont on prend la moyenne.

Les différentes parties du spectre ne se prêtent

pas toutes aussi bien les unes que les autres à l'observation. Vers les extrémités du spectre, où la lumière va en s'affaiblissant rapidement, le pointé se fait moins exactement. Il convient en outre que la raie sur laquelle on vise soit un peu isolée et n'appartienne pas à un groupe complexe, ou tout au moins qu'elle soit symétriquement placée dans le groupe. Nous allons indiquer rapidement les conditions plus ou moins favorables des diverses raies que nous avons observées.

En A les mesures sont difficiles à cause du peu d'intensité de la lumière moins réfrangible que cette raie.

En *a* on peut faire des observations faciles en fixant la lunette sur le milieu des deux raies très-voisines dont les longueurs d'onde sont 7184,7 et 7182,5 (moyenne 7183,6); on est au centre d'un groupe à gauche et à droite duquel on a une lumière assez égale si l'on a soin de placer devant la fente du spectroscope une lame de verre bleu d'épaisseur convenable.

En B l'observation est difficile. On ne peut plus employer la lame de verre bleu qui absorbe la lumière de cette réfrangibilité. Nous l'avons remplacée par un verre rouge; mais alors la lumière plus réfrangible que B l'emporte de beaucoup en éclat sur celle qui l'est moins. En outre la raie B ($\lambda = 6867,1$) est à l'extrémité d'un groupe de raies.

L'observation nous a paru être assez facile pour la raie C, sur laquelle du reste nous avons fait peu de mesures.

Les raies D ne présentent pas de difficultés ; nous avons visé la plus réfrangible des deux raies ($\lambda = 5889,12$).

L'observation est également facile pour E et F.

G, au contraire, fait partie d'un groupe trop compliqué pour se prêter aisément à de très-bonnes mesures.

h présente des conditions favorables à un bon pointé ; nous l'avons observée soit à l'oculaire ordinaire, soit à l'oculaire fluorescent (avec verre d'urane) ; nous n'avons pas trouvé de différence entre les résultats.

Pour H_1 la mesure est moins précise ; on est un peu gêné par le voisinage de la raie H_2.

De même les nombreuses raies du groupe L se prêtent très-mal à l'exactitude des déterminations.

M au contraire est d'une observation facile ; nous avons visé le plus souvent la 3me des quatre raies qui sont si aisément visibles ($\lambda = 3720$). Il vaut encore mieux observer la raie M proprement dite ($\lambda = 3726,8$) qui se trouve entre la 2me et la 3me des quatre raies susmentionnées.

Enfin N est difficile à cause de la faible intensité de la lumière et de la proximité, d'une part du point où le spectre cesse en apparence, d'autre part d'un groupe de raies moins réfrangibles. Du reste la facilité et même la possibilité de l'observation dépendent beaucoup de l'état de pureté de l'atmosphère.

Les résultats que nous avons obtenus avec la plaque lévogyre de $30^{mm},085$ sont consignés dans le tableau suivant :

RAIES		ANGLES DE ROTATION OBSERVÉS				
	λ	1re série	2me série	3me série	Nombre d'observat.	Moyenne
A	7604,0	12°,62(³) 12,76	12°,68		20	12°,68
a	7183,6	14,31	14,35	14°,34(⁴)	16	14,33
B	6867,1	15,69	15,82	—	12	15,76
C	6562,1	—	17,35	—	6	17,35
D	5889,12	21,82(⁴)	21,78	—	10	21,80

RAIES		ANGLES DE ROTATION OBSERVÉS				
	λ	1re série	2me série	3me série	Nombre d'observat.	Moyenne
E	5269,—	27,68(4)	27,56	—	10	27,61
F	4860,74	32,98(4)	—	32,77(4)	18	32,85
		32,86(4)		32,82		
G	4307,25	42,67	—	42,59	12	42,63
h	4101,2	47,52	47,52(8)	—	14	47,52
H_1	3968,1	51,21	51,23	51,37	46	51,22
		51,12(10)	51,16	51,37(4)		
			51,33(4)			
			51,10(4)			
L	3819,6	—	56,05	—	12	55,88
			55,71			
M	3726,8	—	—	59,04(8)	8	59,04
(M)	3720,—	—	59,18	59,31(9)	21	59,24
			59,20			
N	3580,6	64,76	64,74	64,28(16)	28	64,47

La première colonne contient la désignation de la raie du spectre solaire à laquelle se rapporte la détermination. La deuxième colonne donne la longueur d'ondulation correspondante d'après Angström ou d'après M. Cornu. Les 3me, 4me et 5me colonnes donnent en degrés et fractions de degrés les valeurs de l'angle de rotation telles qu'elles ont été obtenues dans trois séries d'observations différentes, et rapportées à une épaisseur de quartz de 1mm; la deuxième série d'expériences a été faite avec deux prismes au spectroscope depuis A jusqu'à E, et avec un seul prisme pour les raies plus réfrangibles; la première et la troisième série ont été faites avec un seul prisme ; les chiffres indiqués sont déjà la moyenne d'un certain nombre d'observations, le plus souvent de 6 (quand ce nombre d'observations est différent de 6, il est indiqué par un petit chiffre entre parenthèses). La sixième colonne in-

dique le nombre total d'observations faites pour chaque raie. La septième colonne donne la moyenne de toutes les mesures exécutées pour une même raie.

L'accord des différentes séries est comme on peut le voir satisfaisant, il est un peu variable suivant les raies qui, nous l'avons déjà dit, ne sont pas toutes d'un pointé également facile.

Les résultats consignés dans la septième colonne du tableau ci-dessus se rapprochent beaucoup de ceux qui ont été obtenus par M. Broch et par M. Stéfan, savoir :

	B	C	D	E	F	G	H
Broch	15°,30	17°,24	21°,67	27°,46	32°,50	42°,20	—
Stéfan	15,55	17,22	21,67	27,46	32,69	42,37	50,98

Les chiffres de M. Stéfan, qui paraissent devoir inspirer le plus de confiance, sont cependant tous un peu inférieurs à ceux que nous avons obtenus; comme on peut le voir par le tableau ci-dessous, les différences atteignent 5 à 7 millièmes environ de la rotation totale; l'écart est cependant plus fort pour la raie B dont la mesure est difficile, comme nous l'avons déjà fait remarquer.

	B	C	D	E	F	G	H
Différence absolue	0°,21	0°,13	0°,13	0°,15	0°,16	0°,26	0°,24
Differ. en fraction de la rotation totale.	0,014	0,0075	0,006	0,005	0,005	0,006	0,005

Nous croyons pouvoir attribuer ces petites divergences à deux causes : en premier lieu, nos expériences ont dû être faites à une température notablement plus élevée, car nous avons opéré par des journées très-chaudes de cet été et à des heures où la température extérieure était de 20° ou 25° environ; en outre les rayons solaires concentrés au moyen d'une lentille sur la lame de quartz éle-

vaient forcément aussi sa température. Or, M. von Lang a montré dans un travail récent[1] que le pouvoir rotatoire du quartz augmente légèrement avec la température, et il a donné pour exprimer cette augmentation, la formule suivante :

$$\varphi_t = \varphi_0 (1 + 0{,}000149\, t)$$

où φ_t et φ_0 sont les angles de rotation à 0° et t°. En admettant, ce que nous considérons comme fort possible, une différence de 20° entre la température à laquelle ont été faites les expériences de M. Stéfan, et celle à laquelle nous avons opéré nous-mêmes, on réduirait de 3 millièmes environ la différence existant entre nos résultats[2].

En second lieu, la lame de quartz que nous avons employée présente une légère imperfection dans sa taille au point de vue du parallélisme des deux faces et de la direction de l'axe; en outre les rayons ne la traversaient pas suivant une direction absolument normale puisqu'ils étaient rendus convergents par une lentille à long foyer, disposition qui était nécessaire pour obtenir une lumière

[1] Sitzungsberichte der Wiener Akad., tome LXXI, Avril 1875.

[2] On peut supposer que les chiffres de M. Stefan correspondent à une température de 15° environ; dans nos expériences, la salle où nous opérions, exposée au midi et à la reverbération du soleil, était à 27 ou 28°; on peut admettre sans exagération que les lames de quartz, malgré leur faible pouvoir d'absorption, prenaient une température de 7 à 8 degrés en plus soit par l'action directe du faisceau convergent des rayons solaires, soit par leur contact avec les pièces métalliques échauffées qui les supportaient; elles devaient donc être à 35° environ.

Si le mémoire de M. Von Lang nous eût été connu lorsque nous avons fait nos expériences, nous aurions cherché à déterminer la température du quartz; c'est ce que nous ferons dans la suite de ce travail.

suffisamment intense dans l'observation de la partie ultra-violette du spectre. Il y a donc là une cause d'erreur qui, quoique très-petite, tend à augmenter les chiffres obtenus; elle doit, du reste, être proportionnelle à la valeur de l'angle de rotation.

En résumé, nous croyons que nos expériences conduisent à des valeurs très-approchées des angles de rotation du quartz à une température de 30 à 35°, et que, la petite correction qu'elles devraient subir encore ne portant que sur les valeurs absolues et non sur les valeurs relatives de ces angles, on peut légitimement tirer quelques conclusions des résultats que nous avons obtenus.

On a proposé pour exprimer l'angle de rotation φ en fonction de la longueur d'ondulation λ la formule suivante :

$$\varphi = -A + \frac{B}{\lambda^2}$$

dans laquelle A et B sont deux constantes. Cette formule, qui s'accorde d'une manière à peu près satisfaisante avec les observations faites entre les raies B et H, devient inexacte entre des limites plus étendues. Si on calcule les valeurs des constantes A et B d'après les valeurs de φ observées pour les raies *a* et M, on trouve que pour les rayons de réfrangibilité intermédiaires, les valeurs données par la formule sont constamment supérieures aux chiffres observés; l'écart dépasse 1° pour la raie G. Pour les raies A et N au contraire, les valeurs calculées sont plus faibles que celles qui résultent de l'observation.

En partant de l'idée très-plausible que la rotation devrait être nulle pour des rayons d'une longueur d'ondu-

lation infiniment grande, M. Boltzmann[1] a proposé la formule :

$$\varphi = \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + \frac{D}{\lambda^6} + \text{etc.}$$

Il a montré que cette formule réduite à ces deux premiers termes, conduit à des valeurs qui concordent bien avec les observations de M. Stéfan entre les raies B et H. Nous avons trouvé également qu'elle s'accorde d'une manière très-satisfaisante avec nos déterminations. En calculant les valeurs des coefficients B et C d'après les chiffres que nous avons obtenus pour les raies *a* et M, la formule devient :

$$\varphi = \frac{7{,}10123}{10^6\ \lambda^2} + \frac{0{,}151795}{10^{12}\ \lambda^4}$$

Le tableau qui suit donne la comparaison entre nos résultats et les nombres déduits de cette formule; les différences sont consignées dans la dernière colonne.

ANGLES DE ROTATION

Raies du spectre.	Observés.	Calculés.	Différence.
A	12,68	12,74	+ 0,06
a	14,33	14,33	0
B	15,76	15,74	— 0,02
C	17,35	17,31	— 0,04
D	21,80	21,74	— 0,06
E	27,61	27,55	— 0,06
F	32,85	32,78	— 0,07
G	42,63	42,69	+ 0,06
h	47,52	47,58	+ 0,06
H_1	51,22	51,22	0
L	55,88	55,83	— 0,05
M	59,04	59,00	— 0,04
(M)	59,24	59,24	0
N	64,47	64,63	+ 0,16

[1] Annales de Poggendorff, Jubelband, p. 128.

On voit que dans les limites plus étendues de nos observations, l'accord entre les résultats de l'expérience et ceux fournis par la formule de M. Boltzmann reste très-complet. La plus forte différence porte sur la raie N et ne sort point des limites d'erreur d'observation.

Nous nous proposons de poursuivre ces recherches dès que le retour de la belle saison nous le permettra, et moyennant certaines modifications à nos appareils, nous espérons que nous pourrons d'une part gagner quelque chose en précision, et d'autre part étendre nos mesures au delà de la raie N [1].

[1] Un extrait de ce travail inséré dans les Comptes-rendus de l'Académie des Sciences de Paris (11 octobre 1875) contient des chiffres légèrement différents de ceux qui sont consignés dans la présente publication. En effet, outre une ou deux inexactitudes sans importance que nous avons rectifiées, le calcul de la formule de M. Boltzmann, y compris la détermination des coefficients constants, a été refait en prenant pour les longueurs d'ondulation les valeurs exactes données par Angström et M. Cornu dans le texte de leurs travaux sur les spectres solaires, et non plus les valeurs relevées directement sur les planches avec une moindre approximation.

A l'occasion de cette communication à l'Académie, M. Crouillebois a publié une Note (Comptes-rendus de l'Académie, 18 octobre 1875) dans laquelle il rappelle qu'il avait présenté à l'Association britannique à Brighton, en 1872, un travail sur le même sujet, mais dont le titre seul avait été publié dans le Compte rendu de la session. Il avait opéré par la méthode de MM. Fizeau et Foucault en projetant le spectre sur du papier imbibé d'une solution fluorescente, et était parvenu à des résultats s'accordant avec les nôtres.

INSECTIVOROUS PLANTS

PLANTES INSECTIVORES

PAR

M. DARWIN

Il y a deux ans M. le docteur Hooker lut devant l'Association britannique siégeant à Belfast, un mémoire qui était destiné à produire une grande sensation. C'est alors, en effet, qu'il énonça pour la première fois l'opinion que certains végétaux ont la faculté de digérer et d'assimiler les matières animales au moyen d'organes spéciaux. Cette hardie conception était le fruit de longues recherches sur le développement et la structure anatomique des Népenthes, plantes qui croissent dans les marécages des pays tropicaux. Leurs feuilles se composent d'un limbe lancéolé terminé par un appendice en forme d'amphore à demi fermée par un opercule dont la face interne est revêtue de glandes sécrétant une matière sucrée. L'intérieur de l'amphore elle-même est tapissé d'innombrables poils glanduleux émettant un suc visqueux et quelque peu âcre.

Les insectes, attirés par la matière sucrée de l'opercule s'égarent, le plus souvent, à l'intérieur de l'amphore d'où ils ne peuvent plus ressortir à cause de la direction

rétrorse des poils glanduleux et ils ne tardent pas à y être asphyxiés par le contact du suc visqueux. Chez certaines espèces, les amphores sont en outre armées, extérieurement, de côtes saillantes et dentelées, disposées de manière à faciliter l'accès vers l'opercule tout en interceptant la retraite. Ainsi, les Népenthes possèdent donc des organes fort bien calculés pour opérer la capture des insectes.

Au premier abord on est assez tenté de n'attribuer à ces amphores d'autre rôle physiologique que celui de débarrasser la plante des insectes nuisibles. Cependant M. le docteur Hooker a découvert une circonstance des plus curieuses qui est certainement de nature à jeter un jour nouveau sur la véritable fonction que ces organes sont appelés à remplir.

Il a, en effet, reconnu que le suc âcre qui s'accumule au fond des amphores a la propriété d'empêcher la putréfaction des tissus animaux et d'en dissoudre les matières azotées. C'est ce dont on peut facilement s'assurer en introduisant dans ces organes de petits cubes de viande ou d'albumine et en les y laissant pendant quelques heures. On remarque alors que ces cubes ne tardent pas à s'arrondir par l'action corrosive du suc sur les arêtes de leurs angles. Si le séjour dans l'amphore dure un peu longtemps, la viande se décolore et se dissout peu à peu sans émettre la moindre odeur de putréfaction, malgré la température élevée et l'atmosphère humide des serres dans lesquelles on cultive les Népenthes. Aussi les insectes, toujours entassés en grand nombre au fond des amphores, sont-ils en général réduits à la chitine et aux éléments insolubles de leur corps dont toute la chair a été graduellement dissoute et absorbée. Il se passe une

véritable digestion qui permet de comparer le suc des Népenthes au suc gastrique des animaux.

Cette analogie est confirmée, d'ailleurs, par ce fait que la sécrétion des Népenthes, de même que le suc gastrique, cesse de manifester ses propriétés digestives et antiseptiques dès qu'elle a été extraite de l'organe qui la produit. Il est assez probable, d'après cela, que ces propriétés sont dues, en partie du moins, à l'action d'une autre substance, sécrétée au moment même de la digestion et jouant un rôle analogue à celui de la pepsine sans l'aide de laquelle le suc gastrique est inactif.

En admettant, avec le docteur Hooker, que les amphores des Népenthes sont des organes digestifs, on est naturellement conduit à attribuer des fonctions semblables à celles des Cephalotus ainsi qu'aux feuilles en entonnoir des Sarracéniacées. La cavité intérieure de ces feuilles, abondamment revêtue de poils rétrorses, est en effet assez habituellement remplie d'une multitude de cadavres d'insectes. Aussi M. le docteur Hooker n'a-t-il pas hésité à ranger ces plantes au nombre des *végétaux carnivores*, en leur adjoignant les Droséracées et les Utriculaires, qui possèdent de même des organes remarquablement adaptés à la capture des insectes. Il est vraiment regrettable que l'auteur de ces premières observations se soit borné à une simple énumération des principaux résultats de ses expériences dont on aimerait à connaître tous les détails. M. le docteur Hooker, il est vrai, était dans la confidence des recherches de M. Darwin dont il annonçait une prochaine publication sur le même sujet.

Cet ouvrage qui parut, en effet, fort peu après la communication de M. le docteur Hooker, est venu la confirmer

tout en la complétant [1]. M. Darwin y accepte en effet, comme suffisamment établis tous les faits relatifs à la digestion des Népenthes et traite surtout des Droséracées ainsi que des Utriculaires qui ont été de sa part l'objet de recherches plus approfondies.

Le Drosera rotundifolia, plante fort commune dans les marais de l'Europe, a particulièrement fixé son attention. Les feuilles de cette espèce sont toutes radicales, c'est-à-dire condensées en une rosette du milieu de laquelle s'élève la hampe florale au moment de la floraison. Elles se composent d'un pétiole allongé et grêle, terminé par un limbe arrondi dont la face supérieure est toute couverte d'une multitude de poils. Chacun de ces poils, auxquels M. Darwin donne, fort à propos, le nom de tentacules, est formé d'une partie grêle, soit pédicelle, portant à son sommet une glande sécrétant un suc visqueux, qui brille au soleil. Les poils de la périphérie ont des pédicelles plus longs que ceux situés vers le centre du limbe, qui sont presque réduits à leurs glandes terminales. Ces dernières, par contre, sont toutes semblables et se composent de quelques cellules groupées en une masse de forme ovoïde, dont la longueur est d'environ $\frac{1}{500}$ de pouce.

La sensibilité remarquable dont jouissent ces tentacules est connue depuis fort longtemps. Après avoir été contestée par quelques auteurs, elle est aujourd'hui généralement acceptée depuis les recherches de M. Nitschke [2].

Au moindre attouchement de leur glande terminale ces organes s'infléchissent vers le limbe en se repliant sur eux-mêmes. Ce mouvement se propage ensuite avec assez

[1] Voir aussi Th.-A.-G. Balfour dans *Gardner's chronicle*, 1875, page 67.

[2] *Botan. Zeitung*, 1860.

de rapidité d'un tentacule à l'autre, en sorte qu'il suffit de déposer un fragment de matière quelconque au milieu du limbe pour voir bientôt les tentacules marginaux s'infléchir vers la glande qui, la première, a subi le contact de ce corps étranger.

On comprend que tout insecte qui circule sur le limbe de ces feuilles doit inévitablement frôler et exciter plus d'une glande à la fois. Aussi ne tarde-t-il pas à être enveloppé de toutes parts par un grand nombre de tentacules et asphyxié par l'action du suc visqueux de leurs glandes sur ses trachées respiratoires. M. Nitschke a maintes fois suivi les péripéties de la courte lutte qui s'engage alors entre l'animal et ces redoutables tentacules auxquels il n'échappe presque jamais. Il est même digne de remarque que ces victimes appartiennent en général à la catégorie des insectes doués d'un vol rapide. C'est ainsi que M. Darwin a compté jusqu'à 13 cadavres de diptères sur une seule feuille de Drosera rotundifolia. Les autres espèces du genre Drosera sont munies de poils tout à fait analogues à ceux dont il vient d'être question, et il est fort probable qu'il sont doués des mêmes facultés. C'est du moins ce que M. Darwin a fort bien constaté pour six de ces espèces vivant dans les pays les plus divers.

Chez le Dionnæa muscipula la capture des insectes s'effectue par un moyen tout différent et bien plus remarquable. Les feuilles de cette plante sont formées d'un pétiole ailé, long de 3 à 15 centim., terminé par un limbe dont les deux moitiés demi-circulaires figurent deux valves reliées par une forte nervure médiane. Les bords de ces valves sont garnis de longs cils rigides. Enfin la face supérieure de chacune d'elles, couverte d'une multi-

tude de petites glandes sessiles, porte trois poils d'une structure assez compliquée disposés en un triangle dont la base est parallèle à la nervure médiane.

Il suffit de toucher, le plus légèrement du monde, l'un de ces poils pour que les deux valves se referment rapidement l'une sur l'autre en rapprochant leurs bords externes. Cette fermeture des valves est immédiatement suivie d'un mouvement analogue des cils marginaux qui s'entre-croisent comme les doigts de deux mains. Rien n'est plus connu ni plus facile à vérifier que la manière dont les insectes sont saisis par ces valves. Leur mouvement n'est cependant pas assez rapide pour qu'elles puissent prendre des insectes à vol puissant, mais, en revanche la force qui les maintient fermée est assez énergique pour s'opposer efficacement aux plus violents efforts de leurs victimes. Sur 14 feuilles que M. Darwin a reçues de la région même où croissent ces plantes, quatre avaient pris des fourmis ou de petites mouches, mais les autres renfermaient d'assez gros insectes dont cinq clatères, deux chrysomelas, un curculio, une grande araignée et un scolopendre.

L'Aldrovanda vesiculosa, également de la famille des Droséracées, est une sorte de Dionnæa aquatique dépourvue de racines et flottant librement dans l'eau. Ses feuilles, groupées en verticilles, se terminent, comme celles du Dionnæa muscipula, par deux valves qui s'entr'ouvrent sous l'influence d'une température un peu élevée et se referment au moindre choc, en emprisonnant les petits animaux aquatiques. On doit au professeur Cohn une description détaillée de la structure de ces feuilles ainsi que de la manière dont elles capturent les insectes, fait qui a été aussi observé plus récemment par M. Delpino.

Le Drosophyllum lusitanicum est une Droséracée terrestre inconnue ailleurs qu'en Portugal et au Maroc. Ses feuilles linéaires sont couvertes de glandes pédicellées analogues aux tentacules des Drosera, mais privées, cependant, de la faculté de se mouvoir. Elles sécrètent un liquide très-visqueux au moyen duquel elles retiennent et tuent un grand nombre d'insectes.

Des Droséracées, M. Darwin passe aux Utriculaires. Les espèces du genre Utricularia sont des plantes aquatiques à racines fort peu développées, quelquefois même nulles. Leurs feuilles sont pourvues d'ampoules rappelant, en plus petit, les amphores des Népenthes et on leur a jusqu'ici attribué le rôle de vessies natatoires. Ces ampoules sont aussi munies d'un opercule qui ne peut se mouvoir que de l'extérieur à l'intérieur, à la façon d'une soupape, et leur surface interne est revêtue de glandes assez semblables à celles des Dionnæa. Une foule de petits crustacés s'engagent dans ces organes sans pouvoir en ressortir.

Enfin, M. Darwin pense aussi pouvoir ranger les Pinguicula au nombre des plantes insectivores, et il se base pour cela sur des faits dont l'existence n'avait encore jamais été soupçonnée par personne, bien que ces plantes soient très-communes en Europe. Tout en appartenant à la famille des Utriculaires, les Pinguicula sont des végétaux terrestres dépourvus d'utricules ou de tout autre organe analogue. La face supérieure de leurs feuilles est cependant aussi munie de glandes sécrétant une matière visqueuse dont le contact est fatal aux insectes. De plus M. Darwin a découvert que ces feuilles sont douées d'un genre de motilité tout particulier, consistant en ce que leurs bords sont susceptibles de se recour-

ber longitudinalement de bas en haut parallèlement à la nervure médiane.

Ce mouvement se produit toutes les fois que l'on dépose quelque particule solide à la surface du limbe. C'est là un phénomène fort analogue à celui qui résulte, pour beaucoup de feuilles, du contact ou de la piqûre des insectes et qui constitue une foule d'apparences morbides bien connues. On comprend que ce recourbement des feuilles de Pinguicula puisse servir à retenir à la surface du limbe les cadavres des insectes asphyxiés par le suc visqueux de leurs glandes.

Tels sont, en abrégé, les faits de structure qui ont conduit M. Darwin à classer toutes ces plantes en une catégorie spéciale de végétaux adaptés à la capture des insectes. Il y a plus et, pour lui, cette adaptation répond à un mode de nutrition également spécial. A ses yeux, en effet, ces plantes peuvent dissoudre et absorber la chair de leurs victimes, de la même façon que les Népenthes et Sarracéniacées auxquels le docteur Hooker avait déjà attribué cette faculté. Les observations sur lesquelles il base cette manière de voir sont extrêmement nombreuses et, quel que soit le sort de sa théorie, elles n'en auront pas moins une grande portée au point de vue physiologique.

En premier lieu il a constaté que la moindre cause capable de faire infléchir les tentacules du Drosera rotundifolia provoque toujours une recrudescence de la sécrétion de leurs glandes. En outre, cette matière, habituellement neutre, devient subitement acide, et, de plus, cette influence singulière sur l'abondance et la qualité de la sécrétion, se propage d'un tentacule à l'autre, absolument comme celle qui détermine leur inflexion.

Au premier abord, la propagation du mouvement des tentacules, ainsi que cette transmission d'une influence modifiant la nature de leur sécrétion, semble impliquer la présence dans les tissus conducteurs de quelque organe analogue au système nerveux des animaux. Il n'en est rien cependant et l'analyse microscopique n'y révèle que les éléments cellulaires habituels. C'est donc plutôt dans les circonstances de turgescence relative des tissus qu'il faudra chercher la cause de ces faits qui dépendent sans doute de l'affinité variable du protoplasma pour l'eau, comme cela a lieu pour tous les autres mouvements spontanés des végétaux.

Un chimiste éminent, le docteur Frankland, consulté par M. Darwin, a tenté de déterminer la nature de l'acide qui se développe dans la sécrétion des glandes au moment de l'inflexion des tentacules. Sans être arrivé à en fixer l'équivalent chimique, il pense, néanmoins, pouvoir le rattacher à la série acétique. En outre, il a remarqué que la sécrétion acide exhale, lorsqu'on la chauffe, une odeur assez semblable à celle de la pepsine. D'après cela, on ne sera pas surpris que M. Darwin ait été porté à attribuer au suc des Drosera le même rôle qu'à celui des Népenthes. D'autres faits semblent d'ailleurs confirmer cette manière de voir. Il a reconnu par exemple que la viande et, en général, toutes les matières azotées sont attaquées et dissoutes sur les feuilles de Drosera, absolument comme cela a lieu à l'intérieur des amphores de Népenthes. Cette action digestive ne s'exerce d'ailleurs qu'au contact même des substances azotées. Ainsi, lorsque les glandes de Drosera n'ont subi qu'une irritation purement mécanique, produite par le contact de corps insolubles tels que des fragments de verre, le suc qu'elles

sécrètent, bien que rendu acide, ne dissout pas l'albumine qui est cependant fort bien digérée lorsqu'on la dépose directement sur les feuilles. Ce suc perd aussi ses propriétés digestives dès qu'on le neutralise au moyen de quelques gouttes d'une solution de potasse, et il les reprend immédiatement si l'on ajoute un peu d'acide chlorhydrique qui remet en liberté l'acide servant à la digestion. Enfin, neuf substances sur lesquelles le suc gastrique est sans influence sont aussi rebelles à l'action de celui des Drosera. Ce sont : les productions épidermiques, les tissus fibro-élastiques, la mucine, le coton-poudre, la pepsine, l'urée, la chorophylle, l'amidon, la graisse, l'huile.

Les substances qui se dissolvent complétement dans le suc des Drosera affectent le limbe de leurs feuilles et ses tentacules à des degrés fort divers. En général, ce sont les matières azotées, surtout à l'état humide, qui produisent l'inflexion la plus complète et la plus prolongée. L'action de l'eau distillée est presque nulle. Ainsi sur 173 feuilles qui ont été observées avec le plus grand soin, pendant leur immersion dans l'eau distillée, il ne s'en est trouvé que 70 qui eurent éprouvé quelque effet, et cet effet était en général, fort peu marqué.

Les sels ammoniacaux, par contre, sont de beaucoup les plus actifs. En particulier le carbonate, le nitrate et surtout le phosphate. Il suffit, par exemple, qu'une feuille ait été immergée pendant quelques instants dans une solution de nitrate d'ammoniaque si diluée que chaque glande ne puisse en absorber que $0,0000937^{mg}$ pour que tous ses tentacules s'infléchissent notablement. Dans les mêmes circonstances on obtient les mêmes effets avec la dose infinitésimale de $0,00000328^{mg}$ de phosphate, résultant de dilutions successives.

M. Darwin a étudié l'influence d'une cinquantaine d'autres sels et il a trouvé qu'en général leur action dépend surtout de la nature de leurs bases. Les sels de soude, par exemple, ne sont pas nuisibles et produisent une inflexion énergique, tandis que les sels de potasse ne provoquent pas l'inflexion des tentacules et sont souvent toxiques. C'est là, on le remarquera, un fait tout semblable à ce qui a lieu pour les animaux, en ce qui concerne l'action de ces deux bases sur leur économie.

On trouvera aussi, dans le livre de M. Darwin, une analyse très-détaillée des effets des divers alcaloïdes ainsi que d'un grand nombre de poisons et d'anesthésiques. Il a, en quelque sorte, épuisé l'étude de l'action de toute la pharmacopée sur les feuilles de Drosera et découvert une foule de faits qui seront lus avec le plus vif intérêt.

Il a fait aussi une série d'expériences analogues sur le Dionnæa muscipula, et les résultats auxquels il est parvenu ne sont pas moins surprenants. En temps ordinaire la surface des deux valves du Dionnæa est tout à fait sèche. C'est ce qui a encore lieu toutes les fois que ces valves se ferment sous l'influence d'une excitation purement mécanique, c'est-à-dire au contact d'un corps solide, inerte et sec. Dans ce cas les valves restent convexes et ne se touchent que par leurs bords. Lorsqu'elles se rouvrent quelques heures plus tard, on leur trouve la même sensibilité qu'auparavant. Mais il n'en est plus ainsi lorsque la fermeture des valves est provoquée par le contact d'une matière azotée légèrement humide. Dans ce cas, au lieu de rester convexes au dehors, elles s'appliquent graduellement l'une contre l'autre de manière à étreindre complétement l'objet qu'elles ont emprisonné. En même temps leurs glandes se mettent à sécréter un

suc acidulé qui opère peu à peu la digestion de tout ce que ce corps renferme de matières susceptibles d'être digérées, et, enfin, elles ne se rouvrent qu'après un laps de temps se prolongeant souvent pendant plusieurs jours.

En outre, les feuilles qui se sont rouvertes après avoir digéré passent par une période d'atonie assez longue pendant laquelle elles sont tout à fait insensibles, et elles ne recouvrent que rarement toute leur vitalité. En fait, une même feuille ne peut guère digérer que deux ou trois insectes et encore périt-elle assez généralement pendant sa troisième digestion. Dans ce cas, on voit le tissu des valves noircir graduellement au contact du corps de l'insecte et cette altération s'étend ensuite peu à peu du limbe au pétiole.

Tout porte à croire que cette digestion des Drosera et des Dionnæa est accompagnée d'une véritable absorption des substances digérées ; mais M. Darwin ne fournit, cependant, guère de preuves directes de cette absorption. Il ne paraît pas avoir recherché chimiquement la présence dans l'intérieur des tissus des substances azotées ou même des divers sels dont il a étudié l'action sur les feuilles. Sans doute l'absorption des substances minérales ne serait pas difficile à constater directement. Il n'y aurait d'ailleurs rien de surprenant à ce que les matières diffusibles se répandissent de proche en proche dans les tissus et il ne manquerait pas de réactifs pouvant les y faire reconnaître. Cette recherche serait par contre beaucoup plus difficile à l'égard des matières azotées, dont l'absorption par les feuilles est d'ailleurs peu en harmonie avec les données actuelles de la physiologie végétale. Sous ce rapport, M. Darwin se contente le plus souvent d'une preuve indirecte, reposant sur un phénomène digne d'attention, et

qu'il paraît être le premier à signaler. Voici de quoi il s'agit :

Il a constaté que l'inflexion des tentacules de Drosera est toujours accompagnée d'une agrégation du protoplasme de leurs cellules. Cette agrégation n'est que temporaire. Dès que les tentacules se redressent, le protoplasme reprend sa fluidité habituelle. Ce phénomène a lieu non-seulement toutes les fois que les tentacules ont été directement excités, mais il se produit aussi chez ceux dont l'inflexion résulte d'une excitation transmise.

La plupart des stimulants qui provoquent l'inflexion produisent aussi l'agrégation temporaire du protoplasme. Il existe toutefois des agents qui, tels que les sels ammoniacaux, produisent cette agrégation sans faire infléchir les tentacules, tandis que certains acides déterminent l'inflexion sans aggrégation.

Lorsque le protoplasme a été extrait des cellules, il perd la faculté de s'agréger sous l'action des mêmes agents qui produisaient ce phénomène à l'intérieur des cellules intactes. L'agrégation temporaire est donc une manifestation vitale, en ce sens qu'elle est spéciale au protoplasme vivant. Pour M. Darwin elle fournit la mesure même de l'excitation que subissent les organes, ainsi que de l'absorption qu'ils effectuent.

En définitive, c'est donc presque uniquement sur la production de ce phénomène qu'il s'appuie pour soutenir que les poils de Drosera ou les glandes des Dionnæa et des Utriculaires absorbent les substances animales qui ont subi l'action de leur suc digestif. Il semble cependant qu'il importerait d'établir le fait par des recherches chimiques directes. C'est bien ce qui a été récemment tenté par M. Clark [1], dont les expériences ne résolvent pour-

tant pas complétement le problème. Voici brièvement en quoi elles consistent : M. Clark place sur les feuilles de ses Drosera des mouches préalablement soumises à une macération dans du citrate de lithium. Il constate ensuite, par l'analyse spectrale, la présence de ce métal dans toutes les parties de la plante, jusque dans les organes floraux les plus éloignés des feuilles qui l'ont absorbé. Il est clair, d'après cela, que le lithium se diffuse au travers des poils ou de l'épiderme de ces feuilles, mais cela suffit-il à prouver la diffusion des matières azotées avec lesquelles le citrate de lithium se trouvait associé dans le corps des insectes ?

L'absorption des corps diffusibles tels que le lithium n'aurait du reste rien d'étonnant. On sait déjà, depuis longtemps, que le fer est facilement absorbé par les feuilles, et il est à croire qu'elles absorbent aussi l'eau, bien que la chose soit encore contestée. En revanche, tout le monde aujourd'hui admet que c'est du sol et par l'intermédiaire de leurs racines que les plantes reçoivent tout l'azote dont elles ont besoin. C'est là une loi admise sans conteste, en ce qui concerne les plantes cultivées, et personne n'hésite à l'étendre à tous les phanérogames non parasites et pourvus de chlorophylle. Cette loi subit, il est vrai, une exception qui n'a pas échappé aux promoteurs de l'hypothèse des plantes insectivores et que le docteur Hooker mentionne spécialement. Elle consiste en ce que le jeune embryon de certaines graines, du Ricin, par exemple, a la faculté d'absorber par la surface même de ses cotylédons la substance azotée du périsperme qui l'enveloppe. Il est même fort probable que cette ab-

[1] *Journal of botany*, sept. 1875.

sorption est précédée d'une sorte de digestion effectuée par l'intermédiaire de quelque substance sécrétée par les cotylédons eux-mêmes. On ne peut donc pas dire que l'absorption ni même l'assimilation des matières azotées par les feuilles, soit physiologiquement impossible. Toutefois, en admettant comme un fait prouvé l'absorption des matières animales par les feuilles des *plantes insectivores*, il ne me paraît pas aussi bien démontré que cette absorption soit suivie d'une véritable assimilation. En tout cas les preuves directes manquent encore complétement à l'appui de cette hypothèse. Il est certain, M. Darwin le reconnaît lui-même, que les végétaux en question ne dépendent que très-indirectement de ce mode de nutrition, qui leur est facultatif et nullement indispensable. De là une certaine difficulté à prouver le fait même de l'assimilation, puisque la privation de nourriture animale n'a pas d'influence directe sur la plante.

Parmi les recherches qui ont été faites sur ce sujet, depuis la publication de M. Darwin, les plus intéressantes sont celles de M. Tait[1], mais elles ne sont pourtant pas non plus à l'abri de toute critique.

M. Tait a réussi à cultiver des Drosera disposées de manière que leurs racines étaient à sec tandis que leurs feuilles seules plongeaient dans le sol recevant le liquide nutritif. Or ces plantes ont prospéré à l'égal de celles qu'il élevait simultanément dans des conditions normales. Elles ont poussé de nouvelles feuilles et l'une d'elles a même fleuri bien que ses racines fussent entièrement desséchées et hors de service. M. Tait en conclut que les Drosera peuvent se nourrir indifféremment par

[1] *Nature*, 1875.

leurs feuilles ou par leurs racines et cette conclusion paraîtra sans doute assez plausible. Néanmoins on pourrait aussi, à la rigueur, supposer que les plantes dont les racines se trouvaient à sec se sont, en réalité, développées aux dépens d'une réserve de nourriture précédemment accumulée dans leurs tissus, sans qu'il y ait eu un véritable accroissement de leur substance.

Il n'y aurait, évidemment, qu'un moyen d'éliminer cette cause d'incertitude sans avoir recours à des analyses chimiques compliquées. Ce moyen serait de ne comparer entre elles que des plantes élevées simultanément depuis l'état de graine. Tant que des expériences de ce genre n'auront pas été faites, il sera, ce me semble, permis de douter de l'assimilation par les feuilles des *plantes insectivores*, même en admettant qu'elles digèrent et absorbent, ces fonctions n'étant, après tout, que des phénomènes chimiques de combinaison et de diffusion qui n'impliquent pas nécessairement la formation de tissus nouveaux.

Pour M. Darwin, le développement des organes de préhension chez les végétaux insectivores a dû être une conséquence de la sélection naturelle, favorisant, à la longue, la multiplication des individus doués d'organes leur permettant de se nourrir mieux que les autres. Voici, par exemple, comment on pourrait se représenter que les choses se sont passées en supposant que ces organes servent réellement à la nutrition, et en partant d'un premier fait certain et bien connu.

Tout le monde a pu observer qu'il apparaît souvent des feuilles transformées en ascidies, c'est-à-dire en utricules plus ou moins parfaits, chez des plantes qui en sont habituellement dépourvues. Les recueils de térato-

logie contiennent même l'énumération d'une foule d'espèces chez lesquelles ce genre de monstruosité est des plus fréquents[1]. On sait, d'autre part, qu'il existe un nombre immense de feuilles pourvues de poils sécrétant un suc visqueux nuisible aux insectes et, suivant M. Darwin, les poils de cette nature sont en outre, assez généralement, doués de la propriété d'absorber les sucs nutritifs avec lesquels ils peuvent se trouver en contact. S'il en est ainsi, on ne saurait se refuser à reconnaître que les ascidies accidentelles doivent être d'une réelle utilité lorsqu'elles se développent chez des plantes ayant déjà la faculté de recueillir quelque nourriture par l'intermédiaire de glandes existant sur leurs feuilles, et que, par suite de l'action forcée de la sélection naturelle, ces ascidies accidentelles doivent tendre à devenir permanentes. Cette genèse graduelle des ascidies des Népenthes et des Utriculaires constituerait même un des exemples les moins hypothétiques à l'appui de ce que l'on est convenu d'appeler le Darwinisme, soit la doctrine de la transformation graduelle des êtres résultant de la sélection naturelle des variations accidentelles dues aux agents extérieurs[2]. On comprend donc toute l'importance qu'il y

[1] *Masters Teratology*, p. 30; Morren, *Bull. Acad. roy. Brux.*, page 582, et *Clusia*, p. 156.

[2] Dans les écrits de M. Darwin, la sélection naturelle n'a jamais joué le rôle de cause efficiente unique que certains critiques lui ont supposée. Il suffit, pour s'en convaincre, de relire la conclusion même du livre classique sur l'*Origine des espèces* :

« Prises dans leur ensemble, y est-il dit, les lois qui ont produit les formes diverses sont : l'accroissement avec reproduction; l'hérédité qui en est presque une conséquence; la variabilité résultant de l'action directe ou indirecte des conditions de vie, ainsi que de l'usage et du non-usage des organes; enfin un taux d'accroissement assez élevé

aurait, au point de vue de cette théorie, à prouver que les plantes pourvues d'organes capables de capturer les insectes, assimilent en réalité les matières animales directement absorbées par ces organes.

Cette hypothèse n'est d'ailleurs pas tout à fait nouvelle, car elle avait déjà été suggérée par Ellis lorsqu'il décrivit le premier, en 1768, les mouvements du Dionæa muscipula. Mais elle a eu jusqu'ici peu de succès et c'est à peine si on la trouve mentionnée dans les traités de botanique les plus complets. Les auteurs modernes, tels que MM. Nitschke, Cohn, Warming, etc., ont étudié en détail la structure des poils du Drosera et la manière dont ils capturent les insectes, mais ils ne se sont pas occupés de la question de savoir si cette fonction a quelque utilité pour la plante. Cette réserve, pour ne pas dire cet oubli total d'une simple hypothèse, n'a rien de surprenant. Sans parler des propriétés digestives que M. Darwin attribue aux organes et aux sucs de ses *plantes insectivores,* le simple fait de l'absorption et de l'assimilation de matières azotées par les feuilles, ne s'accorde guère, en effet, avec les notions actuellement admises sur la nutrition des végétaux.

C. de C.

pour engendrer une lutte pour l'existence, et par suite la sélection naturelle qui entraîne la divergence des caractères spécifiques et l'extinction des formes les moins perfectionnées. »

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

CHIMIE.

Lecoq de Boisbaudran. — Découverte d'un nouveau métal, le gallium. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 20 septembre 1875.)

Le nouveau métal découvert par M. Lecoq de Boisbaudran, et auquel il donne le nom de Gallium, a été trouvé par lui dans une blende de la mine de Pierrefitte, vallée d'Argelès (Pyrénées).

N'ayant pu en extraire qu'une très-petite quantité, et n'ayant pas encore réussi à le séparer complétement du zinc qu'il accompagne et avec lequel il présente de très-grandes analogies, l'auteur signale avec quelque réserve ses principaux caractères qui paraissent suffire cependant pour établir son individualité.

Son oxyde est précipité avant celui de zinc par l'ammoniaque, mais se redissout, comme celui de zinc, dans un excès d'ammoniaque et dans le carbonate d'ammoniaque.

Ses sels ne sont pas précipités par l'hydrogène sulfuré dans des liqueurs acidulées par l'acide chlorhydrique. Mais ils le sont en présence d'acétate d'ammoniaque et d'acide acétique libre. Ils sont aussi précipités par le sulfhydrate d'ammoniaque.

En présence du zinc le nouveau corps se concentre dans les premiers sulfures déposés, sans qu'il se produise cependant une séparation complète. Ce sulfure paraît être blanc comme celui de zinc. Il est insoluble dans un excès de sulfhydrate d'ammoniaque.

Les sels sont facilement précipités à froid par le carbonate de baryte.

L'oxyde (ou peut-être un sous-sel) est précipité à la longue par le zinc métallique, dans une solution contenant des chlorures et des sulfates. Il ne paraît pas que ce soit le métal lui-même qui se réduise par le zinc.

Quand on chauffe du chlorure de zinc hydraté, contenant des traces du nouveau corps, jusqu'au point où il se forme une petite quantité d'oxychlorure de zinc, tout le gallium reste à l'état insoluble (sous forme probablement d'oxychlorure), facilement soluble dans l'acide chlorhydrique.

Le caractère le plus distinctif de ce nouveau corps consiste dans le spectre qu'il donne soit quand on chauffe son chlorure dans la flamme du gaz, soit quand on soumet la dissolution concentrée de ce chlorure à l'action de l'étincelle électrique. Ce spectre se compose principalement d'une raie violette, étroite, facilement visible, placée, à peu de chose près, à 417 sur l'échelle des longueurs d'onde. On aperçoit une seconde raie très-faible vers 404.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE

W.-J. Schmankewitsch. Ueber das Verhæltniss..... Sur les rapports de l'*Artemia salina* M. Edw. et de l'*Artemia Mühlhausenii* M. Edw., et sur le genre *Branchipus* Schæff. (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, tome XXV, 1er Suppl. 1875, p. 103, pl. VI).

L'auteur a observé que sous l'influence d'une concentration graduelle de l'eau salée dans laquelle vit l'*Artemia salina*, cette espèce se modifie peu à peu, et finit par acquérir les caractères de l'*Artemia Muhlhausenii*. Voici comment il a vu les choses se passer à l'état de nature : Des marais salants voisins d'Odessa contenaient, en 1871, des Artemia salina en grande abondance. A cette époque, et par suite de la rupture d'une digue, la quantité de sels que renfermaient ces étangs

était assez faible ; leur eau ne marquait que 8° à l'aréomètre de Baumé. Après que les digues eurent été réparées la concentration alla en augmentant assez rapidement, de telle sorte que dans l'été 1872 l'eau marquait déjà 14 degrés ; en 1873, elle était montée à 18° ; au commencement d'août 1874 à 23,5°, et en septembre de la même année elle avait atteint 25°. En même temps que la salure devenait ainsi de plus en plus forte, l'Artemia salina se modifiait, de génération en génération, à tel point que, à la fin de l'été 1874, une grande partie des individus de cette espèce n'avaient déjà plus de lobes caudaux et offraient déjà tous les caractères spécifiques de l'Artemia Muhlhausenii. L'auteur décrit minutieusement les changements graduels qu'il a observés. Ceux-ci se manifestent surtout dans la partie caudale et sont accompagnés d'une diminution de taille.

Ces observations faites sur des animaux vivant librement dans les marais salants sont corroborées par des expériences que l'auteur a instituées sur des Artemia élevées en captivité dans de l'eau dont la salure était graduellement augmentée. Il a constaté dans ces conditions les mêmes transformations successives amenant aux mêmes formes.

L'expérience inverse a été entreprise au moyen de l'Artemia Mühlhausenii prise dans les marais salants et élevée dans une eau de moins en moins salée. On vit alors cette Artemia rétrograder petit à petit vers la forme de l'Artemia salina.

A mesure que la salure augmente ou diminue, on remarque chez les Artemia une augmentation ou une diminution corrélatives de la surface des branchies. La forme de ces organes diffère aussi chez les deux espèces : celles de l'Artemia salina ont une forme allongée, leurs deux dimensions étant dans le rapport de un à deux, tandis que celles de l'Artemia Mühlhausenii sont ovales et que leurs deux dimensions sont dans le rapport de deux à trois.

Selon M. Schmankewitsch, le seul (?) caractère anatomique qui distingue le genre *Branchipus* du genre *Artemia* est

que chez les Artemia on compte (en comprenant les deux segments qui portent les organes sexuels externes) 8 segments terminaux apodes, dont le dernier est presque deux fois aussi long que celui qui le précède, tandis que chez les Branchipus il y a neuf segments apodes dont les deux derniers ne diffèrent que peu l'un de l'autre pour la longueur. Lorsqu'une série de générations d'Artemia ont été élevées dans une eau de moins en moins salée, le dernier segment (8me) se divise en deux, ce qui fait qu'il y a alors 9 segments apodes comme chez les Branchipus. D'autre part, il faut remarquer que dans le jeune âge, au moment où ils viennent de quitter l'état larvaire, les Branchipus n'ont que 8 segments abdominaux apodes dont le dernier a les mêmes proportions que chez les Artemia.

Ce n'est pas seulement par le nombre des segments abdominaux que les Artemia se rapprochent des Branchipus sous l'influence du milieu. On voit aussi apparaître d'autres caractères que le premier de ces genres emprunte au second; c'est le cas, par exemple, pour la longueur des lobes caudaux, le nombre des soies que ceux-ci portent, etc.

Les résultats de ces observations amènent l'auteur à conclure que les Artemia, dont la vie se passe ordinairement dans de l'eau fortement salée ne sont autre chose que des formes dégradées des Branchipus qui ont été produites sous l'influence du milieu. Inversément, on doit admettre que les Branchipus représentent une forme plus avancée en développement que les Artemia.

Les faits que contient le mémoire de M. Schmankewitsch paraissent bien observés et offrent un grand intérêt au point de vue de la théorie du transformisme. Nous ne pouvons cependant pas nous empêcher de faire ici deux ou trois remarques critiques: La première, c'est que l'auteur ne fait aucune allusion à un caractère assez important qui sépare l'Artemia salina de l'Artemia Mühlhausenii; nous voulons parler de la forme différente des antennes inférieures qui présentent chez la première de ces espèces un renflement

qui manque chez la seconde. Ensuite, M. Schmankewitsch semble admettre que les Artemia ne se distinguent des Branchipus que par le nombre de leurs segments abdominaux, et il ne mentionne pas les différences très-marquées que présentent chez ces deux genres les antennes inférieures. Enfin, il est un peu difficile de comprendre si les modifications qui font passer l'Artemia salina à l'Artemia Mühlhausenii apparaissent plus tôt, plus tard, ou en même temps que les modifications qui rapprochent le genre Artemia du genre Branchipus. A. H.

BOTANIQUE.

Leo Lesquereux. — Contributions a la flore fossile des territoires de l'Ouest des États-Unis. 1re partie. — Flore crétacée, 1874.

En 1853, M. le Dr F. Hayden découvrit, dans le Nébraska et le Kansas, des gisements considérables de plantes fossiles. On a donné le nom de groupe de Dakota aux couches qui les renferment. Elles reposent immédiatement sur les roches qui appartiennent au permien inférieur. Elles ont été successivement attribuées à la formation triasique, à la formation jurassique et à la formation tertiaire, mais l'étude des plantes fossiles, dont on a recueilli un grand nombre, a prouvé jusqu'à l'évidence qu'elles appartiennent à la formation crétacée.

Le groupe de Dakota s'étend sur de vastes régions. On peut le suivre depuis le sud du comté de Guthrie dans le Yowa, jusqu'à environ 100 milles à l'ouest dans le Nebraska et le Kansas. Au nord on le connaît dans la partie la plus septentrionale du Minnesota et on le retrouve au sud dans le Texas; il occuperait ainsi environ 20° de latitude. Il est très-probable qu'il s'étend beaucoup plus au nord, au delà du Minnesota, et même, il ne serait point impossible que ses limites extrêmes ne dussent être reculées au nord jusqu'à l'île Melville et au Groenland. La composition minéra-

logique des couches qui forment le groupe de Dakota présente une singulière constance. Ce sont des grès jaunâtres ou rougeâtres, dont l'épaisseur est évaluée au maximum à 400 pieds. On les rapporte à l'étage cénomanien. Un fait remarquable c'est leur superposition immédiate au permien inférieur. Il faut nécessairement que, après l'époque paléozoïque, toute cette surface se soit graduellement exondée et qu'elle soit demeurée terre ferme pendant que se formaient en Europe les dépôts énormes de la formation triasique, de la formation jurassique et de la formation crétacée inférieure, c'est-à-dire pendant une époque d'une immense durée. A la base des grès se trouve une couche argileuse, dans laquelle on a recueilli en grande quantité les restes d'un organisme végétal très-problématique, le *Gyrophyllites*, dont M. Heer a décrit quelques formes provenant du néocomien de la Suisse. Si c'est bien une plante, elle a dû vivre dans la mer, dans tous les cas on n'en a encore jamais rencontré que dans la formation crétacée, ce qui fixe à peu près avec certitude l'âge de ces argiles. Les grès renferment des gisements de plantes fossiles très-riches et explorés dans un bon nombre de localités. Aussi on avait cru que c'était là un dépôt d'eau douce, mais son immense extension rend cette supposition invraisemblable, et, de plus, on a trouvé des coquilles marines fossiles, mélangées avec les plantes.

M. Lesquereux admet que les grès de Dakota constituent un dépôt marin ; il les compare à des grès rouges que l'on trouve à la fin de l'époque dévonienne, à la partie inférieure de la formation permienne, etc. Ce seraient des dépots littoraux, dans le genre de ceux qui se forment actuellement sur une grande étendue des rivages de la mer du Nord, en Hollande et en Belgique, et qui sont composés de sables et de limons, d'une couleur rougeâtre. Les feuilles et les débris végétaux fossiles proviendraient, suivant M. Lesquereux, des arbres vivant sur le rivage même (comme les Sassafras et certains Lauriers), ou bien dans le voisinage, et ils n'auraient pas été entraînés par des rivières ou des courants.

La disposition des feuilles dans les gisements semble confirmer cette hypothèse, et cependant, il me paraît que l'on doit voir une objection dans l'étendue de la surface occupée par les grès de Dakota. Ce qui est certain c'est que cette portion du continent américain, après avoir été exondée pendant un laps de temps immense, ainsi qu'il a été dit, s'est affaissée peu à peu ; à une époque correspondant à l'étage Cénomanien, elle s'est trouvée envahie par une mer qui est restée peu profonde pendant le dépôt des grès rouges de Dakota, puis dont la profondeur s'est graduellement et fortement augmentée par suite de l'affaissement constant du fond, ainsi que le témoignent les dépôts puissants et essentiellement marins, avec des Inocérames et des Ammonites qui sont superposés aux grès et dont les supérieurs, correspondant à l'étage Sénonien, ont été ensuite graduellement relevés et recouverts par des dépôts éocènes.

Les gisements de végétaux fossiles du groupe de Dakota dans le Nebraska, ont été explorés, il y a plusieurs années par MM. Capellini et Marcou et le produit de leurs recherches a été étudié et décrit par M. Heer. Depuis lors M. Lesquereux a obtenu des matériaux beaucoup plus étendus, provenant de nombreuses localités ; il a décrit dans son travail toutes les espèces qui ont été recueillies et elles se trouvent figurées sur 30 planches d'une fort belle exécution. Cet ouvrage remarquable fait partie des rapports de « United States geological Survey of the Territories. »

On connaît maintenant 130 espèces de plantes fossiles dans le groupe de Dakota ; elles appartiennent à 72 genres dont quelques-uns sont nouveaux. Cette flore est des plus complètes, puisqu'on y trouve 6 espèces de fougères, une cycadée et plusieurs conifères, trois monocotylédones, dont un palmier, et une centaine de dycotylédones, arbres ou arbrisseaux, appartenant à des familles très-diverses. On y trouve des peupliers, des saules, des bouleaux, des chênes, des hêtres, des noyers et un poirier, puis des figuiers, des lauriers, des sassafras, enfin des magnolia, un aralia, un

lierre, etc. Il est à peine nécessaire de dire que cette flore n'a aucun rapport avec celle de la formation permienne sous-jacente; elle en diffère surtout par la présence d'une foule d'espèces de plantes dycotylédones dont on ne trouve aucun représentant avant l'époque crétacée. Elle n'offre pas beaucoup plus d'analogie avec ce que l'on connaît de la flore jurassique, et l'avénement de tant de nouveaux types lui donne un cachet tout à fait spécial et des plus intéressants.

Voici ce que l'on peut présumer au sujet du climat des régions où croissaient tous ces arbres. Les gisements d'où proviennent les matériaux accumulés par M. Lesquereux sont disséminés sur une étendue de 18° de latitude, et on peut conclure de la distribution des végétaux dans ces diverses localités, que la latitude ne paraît pas avoir exercé une influence bien sensible sur la composition des flores locales et que, par conséquent, ces vastes régions jouissaient d'un climat assez uniforme. Seuls les dépôts du Kansas semblent dénoter un climat un peu plus méridional, peut-être faut-il l'attribuer à des influences locales. Envisagée dans son ensemble et comparée à la flore actuelle, la flore des grès de Dakota paraît s'être développée sous un climat tempéré, tel que celui des contrées de l'Amérique situées entre le 30° et le 45° latitude nord. M. Heer est arrivé à une conclusion analogue pour la flore des couches supérieures de la formation crétacée du Groenland. Dans cette région on trouve d'abord, dans les couches crétacées inférieures, une flore contenant beaucoup de fucoïdes, 3 équisétacées, 9 cycadées, 17 conifères, 5 monocotylédones et une seule espèce dycotylédone. Ces végétaux, d'après M. Heer, annoncent un climat tropical, ou subtropical, et cela au 70° latitude nord. Mais au-dessus, dans les couches crétacées supérieures, se trouve une flore dont le caractère diffère totalement de la première, tandis qu'elle se rapproche au contraire beaucoup de celle des grès de Dakota ; elle contient en effet 26 espèces, toutes dycotylédones, appartenant aux genres peuplier, figuier, sassafras, magnolia, etc., qui

comptent encore des représentants dans la flore de l'Amérique du Nord. Quelle distance entre ces groupes de la formation crétacée ces faits ne semblent-ils pas indiquer et prouver! On n'arrive pas aux mêmes conclusions par l'étude des dépôts essentiellement marins, ce qui, du reste, ne doit point étonner.

M. Lesquereux est amené, par une série de considérations, à terminer son examen des circonstances climatériques par cette proposition applicable surtout aux flores tertiaires : « que des groupes de fossiles identiques, et spécialement « des végétaux, ne prouvent pas la contemporanéité des « formations qu'ils caractérisent, lorsque ces formations se « trouvent à de grandes distances, ou sous des degrés de « latitude différents. »

M. A. de Candolle, au même moment que M. Lesquereux, formulait ce principe identique (*Archives*, 1874, tome L, p. 29): « Lorsque deux flores ou faunes fossiles sont très« semblables, mais situées sous des degrés de latitude éloi« gnés (comme l'Europe moyenne ou le Spitzberg par « exemple), ces flores ou faunes ne peuvent pas avoir vécu « simultanément. »

Je me contente de citer ces deux propositions, leur discussion m'entraînerait loin des bornes d'une simple analyse. Je dirai seulement que ce principe, qui peut être appliqué avec raison, pour de certaines époques, lorsqu'il s'agit de végétaux fossiles, ne saurait être généralisé en ce qui concerne les animaux marins, car, nous savons maintenant, grâce aux récentes expéditions de draguages, que la température des mers à une certaine profondeur est singulièrement uniforme et il en résulte, par exemple, que bon nombre d'espèces d'animaux se rencontrent à la fois près des côtes de Norwége, non loin du Cercle polaire arctique, et dans le canal de la Floride.

M. Lesquereux termine la partie descriptive de son beau mémoire par la comparaison des espèces de chacun des genres qui composent la flore du groupe de Dakota, avec les

espèces voisines du même genre connues à l'état fossile, ou dans la nature actuelle, et principalement avec celles qui occupent actuellement le sol dans les mêmes régions. Il en conclut que tous les principaux types de végétaux arborescents, vivant actuellement dans l'Amérique du Nord, sont représentés dans la flore du Dakota, sauf ceux qui ont des feuilles serretées, ou doublement serretées. En effet les feuilles des grès du Dakota sont toutes, ou entières, ou seulement ondulées, ou obtusément lobées. Dans la flore eocène des Montagnes Rocheuses la prédominance des feuilles entières est encore bien marquée ; les feuilles serretées apparaissent avec l'époque miocène, et deviennent prédominantes dans le pliocène de la Californie.

On ne peut pas dire grand chose des relations de la flore des grès du Dakota avec celle des couches crétacées correspondantes de l'Europe, qui est encore peu connue ; on a pu cependant constater quelques analogies. Il est certain néanmoins que cette flore américaine, tout à fait différente de celles des époques qui l'ont précédée, comme de celles qui l'ont suivie, et ne présentant que de rares affinités avec celles des couches crétacées contemporaines, en Europe, peut être citée comme un exemple d'isolement très-remarquable. Ainsi que l'observe M. Lesquereux, ce fait, et d'autres analogues, ne peuvent maintenant recevoir aucune explication satisfaisante, à cause de la pauvreté relative des données que l'on possède jusqu'ici sur les flores fossiles, en comparaison du nombre immense d'espèces végétales qui couvrent les continents actuels. L'œuvre utile du paléophytologiste doit être, pour le moment du moins, d'enregistrer des faits bien observés; M. Lesquereux a certainement atteint ce but avec son étude de la flore du groupe de Dakota.

P. de L.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'OCTOBRE 1875.

Le 1, forte rosée le matin.

2, rosée le matin.

6, bise l'après-midi.

9, brouillard depuis le matin jusqu'au soir ; la pluie commence le soir vers 6 h. et dure sans interruption jusqu'au lendemain soir, à 10 heures.

11, brouillard le matin de bonne heure ; toutes les montagnes des environs sont blanches de neige, même le Salève.

Dans la nuit du 13 au 14 et le 14 au matin, très-fort vent du SSO. ; le baromètre est descendu, à 6 h. du matin, à 700^{mm},30, minimum très-bas.

17, 18, 19, rosée le matin.

20, fortes seiches dans l'après-midi ; le niveau du lac montait ou baissait dans des limites de plus de deux décimètres dans l'espace de quelques minutes. Le soir, de 6 h. à 6 h. $^3/_4$, éclairs et tonnerres du côté de l'ouest ; fortes bourrasques de vent du SSO. dans l'après-midi et dans la soirée.

25, forte bise depuis 4 heures après midi jusqu'au lendemain, à la même heure.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM

		mm
Le 1	à 8 h. matin	730,25
7	à 10 h. matin	737,65
10	à 10 h. matin	726,82
18	à 8 h. matin	724,47
21	à 10 h. matin	723,57
25	à 10 h. soir	729,24
29	à 10 h. soir	725,08

MINIMUM.

		mm
Le 2	à 2 h. après midi	727,23
9	à 4 h. après midi	724,71
14	à 6 h. matin	700,30
20	à 2 h. après midi	719,29
23	à 10 h. soir	714,07
27	à 10 h. soir	721,98
31	à 2 h. après midi	722,03

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°	°	cm
1	729,74	+ 3,02	+ 9,87	— 2,42	+ 3,9	+15,3	6,36	—2,39	740	— 74	400	980	...	...	NNE. 2	0,21	12,2	— 3,6	168,7
2	728,52	+ 1,83	+11,69	— 0,44	+ 3,0	+19,0	7,71	—0,97	738	— 78	460	980	1,1	2	SO. 2	0,66	15,0	— 0,6	166,7
3	729,00	+ 2,34	+14,01	+ 2,04	+11,4	+19,0	8,08	—0,53	722	— 95	440	930	...	...	SSO. 2	0,80	15,0	— 0,5	164,8
4	731,51	+ 4,88	+11,51	— 0,30	+10,3	+14,6	8,46	—0,08	858	+ 39	630	1000	5,6	11	variable	0,99	15,1	— 0,3	161,0
5	733,38	+ 6,78	+15,05	+ 3,40	+11,0	+21,8	11,01	+2,54	865	+ 45	680	980	...	...	N. 1	0,31	15,3	—	159,0
6	736,03	+ 9,46	+15,88	+ 4,39	+13,4	+19,1	10,43	+2,03	789	— 33	650	960	...	...	NNE. 2	0,57	15,7	+ 0,5	160,2
7	736,77	+10,23	+12,32	+ 1,00	+11,0	+15,1	8,12	—0,21	773	— 51	650	880	...	...	N. 1	0,77	15,8	+ 0,7	157,8
8	732,77	+ 6,26	+12,73	+ 1,57	+10,4	+16,0	8,80	+0,54	817	— 8	690	920	...	...	N. 1	0,33	16,1	+ 1,1	155,8
9	726,24	— 0,25	+11,45	+ 0,46	+ 7,3	+14,9	9,75	+1,56	928	+101	850	1000	6,6	6	N. 1	0,94	15,8	+ 0,9	152,0
10	726,38	— 0,09	+ 7,41	— 3,42	+ 5,0	+13,5	7,63	—0,49	987	+159	960	1000	45,4	21	variable	1,00	15,3	+ 0,6	151,0
11	719,68	— 6,77	+ 7,91	— 2,75	+ 1,7	+13,5	6,52	—1,53	816	— 13	550	1000	2,3	2	SO. 2	0,78	15,2	+ 0,6	148,9
12	714,91	—11,52	+ 8,51	— 1,98	+ 5,5	+13,8	6,03	—1,95	755	— 75	480	960	11,1	5	SO. 2	0,79	14,5	—	151,8
13	709,87	—16,54	+ 6,35	— 3,97	+ 4,8	+12,0	5,91	—2,00	854	+ 23	530	1000	10,8	10	variable	0,73	10,2	— 4,2	149,5
14	702,41	—23,98	+ 7,40	— 2,75	+ 5,5	+10,6	6,03	—1,80	801	— 31	630	880	1,8	4	SSO. 2	0,99	8,7	— 5,6	151,8
15	711,91	—14,46	+ 7,91	— 2,07	+ 9,9	+10,1	6,68	—1,07	855	+ 22	600	960	0,9	4	S. 1	1,00	12,1	— 2,0	152,8
16	719,62	— 6,74	+ 9,08	— 0,73	+ 6,8	+14,4	5,98	—1,69	741	— 93	520	910	...	...	N. 1	0,79	12,7	— 1,3	152,4
17	723,74	— 2,62	+ 7,57	— 2,09	+ 2,3	+13,0	5,94	—1,65	767	— 68	540	980	...	...	NNO. 1	0,29	13,3	— 0,6	152,2
18	723,56	— 2,80	+ 8,61	— 0,86	+ 3,0	+13,1	7,11	—0,40	842	+ 6	610	980	...	...	N. 1	0,44	13,8	—	149,4
19	723,32	— 3,03	+ 9,81	+ 0,51	+ 4,6	+14,2	8,37	+0,94	915	+ 79	740	970	1,1	2	variable	0,79	13,9	+ 0,3	147,9
20	719,88	— 6,47	+ 9,89	+ 0,76	+ 7,3	+12,0	8,84	+1,49	949	+112	820	1000	18,3	8	SSO. 2	0,94	13,8	+ 0,3	148,0
21	722,88	— 3,47	+10,73	+ 1,77	+ 7,1	+16,8	7,96	+0,69	835	— 2	630	940	...	...	variable	0,43	13,8	+ 0,4	146,4
22	720,58	— 5,77	+ 8,62	— 0,17	+ 5,4	+10,2	8,30	+1,11	987	+149	920	1000	27,6	15	SSO. 1	0,70	13,7	+ 0,5	146,5
23	716,26	—10,08	+ 9,64	+ 1,03	+ 5,0	+15,0	8,04	+0,93	896	+ 58	710	1000	13,1	7	SSO. 1	0,88	13,5	+ 0,4	146,3
24	721,43	— 4,91	+ 7,85	— 0,59	+ 6,0	+10,2	6,85	—0,18	878	+ 39	740	980	14,6	11	SSO. 1	1,00	13,3	+ 0,3	150,0
25	727,99	+ 1,65	+ 6,69	— 1,58	+ 4,8	+10,2	5,23	—1,72	755	— 84	610	870	...	...	NNE. 2	0,58	13,0	+ 0,2	149,6
26	728,36	+ 2,02	+ 4,50	— 3,60	+ 3,8	+ 6,8	4,38	—2,49	747	— 93	630	790	...	...	NE. 2	0,78	12,4	— 0,3	151,3
27	724,09	— 2,25	+ 4,42	— 3,50	+ 0,4	+ 8,0	6,15	—0,64	939	+ 99	890	980	7,9	10	variable	0,98	12,3	— 0,3	147,4
28	722,77	— 3,57	+ 8,19	+ 0,44	+ 5,0	+12,6	7,29	+0,57	914	+ 73	710	1000	5,5	7	E. 1	0,69	12,6	+ 0,1	148,5
29	723,74	— 2,61	+ 6,90	— 0,67	+ 3,1	+11,7	6,75	+0,10	906	+ 65	790	990	...	...	NNE. 1	0,92	12,5	+ 0,2	148,7
30	724,00	— 2,35	+ 6,93	— 0,47	+ 5,3	+ 9,2	6,07	—0,51	833	— 9	690	930	...	...	NNE. 1	0,98	12,2	—	150,9
31	722,43	— 3,92	+ 6,98	— 0,25	+ 4,4	+10,7	6,42	—0,09	874	+ 32	710	990	0,7	7	NE. 1	0,97	12,4	+ 0,4	147,5

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1875.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	731,39	731,63	731,64	731,12	730,49	730,42	730,58	730,88	731,04
2e »	717,15	717,45	717,31	716,80	716 49	716.40	716,68	717,00	717,16
3e »	722,95	723,37	723,50	723.19	722 87	722,93	723,20	723 23	723,30
Mois	723,80	724,13	724,13	723,69	723,27	723.24	723,48	723,69	723,84
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 9,59	+11,26	+13,28	+14,65	+15,58	+14,60	+13,31	+12,01	+11,45
2e »	+ 5.67	+ 6,91	+ 9,89	+11,58	+11,42	+10.35	+ 8,99	+ 8,40	+ 8 02
3e »	+ 5,80	+ 6,45	+ 8,22	+ 9,86	+ 9,90	+ 9,34	+ 8,32	+ 7,29	+ 6,81
Mois	+ 6,98	+ 8,15	+10 39	+11,96	+12,22	+11,36	+10,14	+ 9,17	+ 8,70
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	8,21	8,74	8,67	9,03	8,69	8,89	9,10	8,86	8,73
2e »	6,36	6,70	7,02	6 64	6,68	6,87	7,31	7,12	7,18
3e »	6,51	6,63	6,90	7,00	6,86	6,91	6,96	6,90	6,62
Mois	7,01	7,33	7,51	7,54	7,40	7,53	7,77	7,60	7,48
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	912	871	762	732	668	725	800	844	859
2e »	924	897	763	653	665	734	857	859	890
3e »	931	908	840	765	752	781	841	894	890
Mois	923	893	790	718	697	748	833	866	880

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 8,67	+16,83	0,66	+15,12	58,7	159,70
2e »	+ 4,74	+12,67	0,75	+12 77	46,3	150,47
3e »	+ 4,57	+11,04	0,81	+12,89	69,4	148,46
Mois	+ 5,95	+13,43	0,74	+13,53	174,4	152,74

Dans ce mois, l'air a été calme 5,4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,05 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 43°,6 O., et son intensité est égale à 7,75 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'OCTOBRE 1875.

Le 1er, brouillard presque tout le jour; pluie le soir.
5 brouillard le matin
6, brouillard presque tout le jour.
7, 8, brouillard le matin et le soir.
9, brouillard tout le jour et fort vent du SO.; pluie le soir.
10, brouillard et neige tout le jour, fort vent du SO.
11, neige et brouillard le matin ; clair le soir.
12, neige le matin, brouillard tout le jour ; le soir, forte bise.
13, brouillard le matin, neige l'après-midi et le soir,
14, neige le matin, brouillard tout le jour.
15, brouillard tout le jour.
16, brouillard jusqu'au soir, à 10 heures.
19, neige et brouillard le soir.
20, neige et brouillard tout le jour, fort vent du SO.
21, brouillard depuis midi.
22, neige et brouillard jusqu'au soir.
23, neige le soir.
24, neige et brouillard tout le jour, par une très-forte bise.
25, ciel très-clair, forte bise.
26, ciel très-clair ; dans la nuit du 26 au 27, le lac a été complétement couvert de glace ; le dégel avait eu lieu le 12 juin, date qui avait été omise dans le tableau de ce mois.
27, neige le soir.
28, neige et brouillard tout le jour, forte bise.
29, brouillard le matin et le soir.
30, brouillard le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 6 h. soir	567,26	Le 1 à 6 h. matin	564,74
6 à 10 h. soir	573,99	3 à 2 h. après midi	566,20
19 à 10 h. soir	564,19	14 à 6 h. matin	542,34
26 à 6 h. soir	563,08	23 à 10 h. soir	554,19
29 à 10 h. soir	560,26	28 à 6 matin	557,97
		31 à 6 h. matin	558,30

SAINT-BERNARD. — OCTOBRE 1875.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent	Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	dominant.	
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim			
1	566,14	+ 0,28	564,74	567,00	— 1,92	— 3,43	— 5,6	+ 0,4	.....	.....	....	NE. 1	0,17
2	566,89	+ 1,12	566,54	567,26	+ 2,18	+ 0,82	— 0,2	+ 5,5	.....	.....	....	variable	0,34
3	566,50	+ 0,82	566,20	566,96	+ 1,47	+ 0,26	+ 0,6	+ 5,2	.....	.....	....	NE. 1	0,40
4	568,33	+ 2,74	566,80	569,21	+ 0,35	— 0,71	— 0,3	+ 1,8	.....	21,5.	....	NE. 1	0,89
5	572,70	+ 7,20	570,99	573,68	+ 6,60	+ 5,69	+ 3,4	+ 9,7	.....	.....	....	NE. 1	0,21
6	573,72	+ 8,31	573,23	573,99	+ 3,67	+ 2,91	+ 2,4	+ 5,3	.....	.....	....	NE. 1	0,87
7	573,31	+ 7,99	573,18	573,79	+ 4,27	+ 3,66	+ 2,2	+ 6,0	.....	.....	....	NE. 1	0,07
8	571,54	+ 6,30	570,51	573,00	+ 3,82	+ 3,35	+ 2,4	+ 6,1	.....	.....	....	SO. 1	0,49
9	566,75	+ 1,60	565,82	567,92	+ 1,51	+ 1,19	+ 1,2	+ 2,2	....	9,4.	....	SO. 2	0,98
10	563,04	— 2,02	562,11	563,96	— 0,13	— 0,30	+ 0,1	+ 0,4	.....	20,6.	....	SO. 2	1,00
11	557,49	— 7,48	556,47	558,94	— 0,90	— 0,92	— 4,0	+ 0,8	...80	16,3.	....	SO. 1	0,42
12	552,93	—11,95	552,39	553,97	— 3,01	— 2,87	— 6,8	+ 2,0	.....	.....	....	NE. 2	0,94
13	549,09	—15,70	546,99	551,33	— 6,28	— 5,98	— 7,9	— 3,0	..120	14,0.	....	SO. 1	0,73
14	543,94	—20,76	542,34	546,31	— 4,23	— 3,78	— 5,8	— 2,0	.110	10,2,	....	NE. 1	0,98
15	550,34	—14,27	548,34	552,31	— 4,93	— 4,33	— 6,0	— 3,0	.....	.....	....	NE. 2	0,89
16	556,77	— 7,75	553,73	559,30	— 4,58	— 3,83	— 6,0	— 2,0	.....	.....	....	NE. 1	0,90
17	561,51	— 2,93	560,14	562,89	+ 0,77	+ 1,68	— 4,4	+ 5,4	.....	.....	....	NE. 1	0,19
18	562,98	— 1,38	562,72	563,31	+ 2,89	+ 3,96	+ 0,8	+ 5,0	.....	.....	....	variable	0,27
19	563,60	— 0,68	563,32	564,19	+ 0,92	+ 2,14	+ 0,2	+ 3,4	.....	.....	....	NE. 1	0,54
20	561,08	— 3,12	560,02	563,02	— 1,29	+ 0,08	— 7,0	+ 0,4	..150	30,0.	....	SO. 2	1,00
21	562,07	— 2,05	561,54	562,52	— 0,71	+ 0,81	— 3,0	+ 2,0	.....	.....	....	SO. 1	0,64
22	559,02	— 5,02	558,44	560,00	— 1,60	+ 0,07	— 2,1	0,0	..140	18,4.	....	SO. 1	0,70
23	555,63	— 8,33	554,19	556,94	— 1,50	+ 0,33	— 2,2	+ 0,2	.....	.....	....	SO. 1	0,77
24	556,73	— 7,15	554,26	559,34	— 5,58	— 3,60	— 6,0	— 4,0	. 240	18,8.	....	NE. 3	1,00
25	561,93	— 1,87	560,75	562,63	— 7,12	— 4,99	— 9,0	— 5,4	.....	.....	....	NE. 2	0,03
26	562,41	— 1,31	562,09	563,08	— 3,74	— 1,46	— 5,0	— 1,2	.....	.....	....	NE. 1	0,07
27	560,77	— 2,88	559,29	562,15	— 0,61	+ 1,82	— 3,8	+ 3,0	...80	6,8.	....	variable	0,83
28	558,85	— 4,73	557,97	559,87	— 4,37	— 1,79	— 4,8	— 2,9	..250	18,9.	....	NE. 2	1,00
29	559,51	— 4,00	559,10	560,26	— 5,88	— 3,15	— 7,0	— 2,8	.....	.....	....	NE. 1	0,88
30	559,35	— 4,09	559,25	559,65	— 6,82	— 3,94	— 8,8	— 2,4	.....	.....	....	variable	0,30
31	558,50	— 4,87	558,30	559,04	— 4,48	— 1,46	— 6,4	— 1,6	.....	.....		NE. 1	0,96

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1875.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	568,73	569,01	569,30	569,14	568,88	568,87	568,92	568,93	568,90
2e »	555,78	555,90	555,98	555,96	555,82	555,99	556,10	556,37	556,52
3e »	559,37	559,54	559,60	559,48	559,44	559,60	559,80	559,80	559,76
Mois	561,23	561,42	561,56	561,46	561,31	561,42	561,54	561,64	561,66
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 0,79	+ 1,74	+ 2,50	+ 4,02	+ 3,81	+ 3,35	+ 2,70	+ 2,28	+ 2,17
2e »	— 3,42	— 2,53	— 0,97	+ 0,24	— 0,22	— 1,28	— 1,73	— 2,34	— 2,57
3e »	— 4,43	— 4,02	— 2,83	— 1,55	— 1,85	— 3,36	— 4,23	— 4,27	— 4,40
Mois	— 2,42	— 1,68	— 0,51	+ 0,83	+ 0,50	— 0,53	— 1,19	— 1,54	— 1,69

	Min. observé.*	Max. observé	Clarté moyenne du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 0,62	+ 4,26	0,54	51,5	—
2e »	— 4,69	+ 0,70	0,69	70,5	460
3e »	— 5,28	— 1,37	0,65	62,9	710
Mois	— 3,19	+ 1,11	0,63	184,9	1170

Dans ce mois, l'air a été calme 0,72 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,73 à 100.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 33,3 sur 100.

CINQUANTE-HUITIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

RÉUNIE A ANDERMATT

les 13 et 14 septembre 1875.

La Société helvétique des sciences naturelles qui groupe en un seul faisceau les diverses sociétés scientifiques cantonales, et convie chaque année à un congrès tous les amis de la science en Suisse, est l'aînée des associations du même genre qui existent maintenant dans plusieurs pays. Elle a précédé en effet de quelques années la *Société des naturalistes et médecins allemands*, la *Société italienne* et l'*Association britannique pour l'avancement des sciences*, plus jeune encore. Tout récemment l'exemple donné au commencement de ce siècle par les savants de notre pays a été suivi en France où a été fondée, il y a quatre ans, l'*Association française pour l'avancement des sciences.*

La Société helvétique née en 1815 à Genève sous les auspices des Albert Gosse, des Aug.-Pyram. de Candolle, des Marc-Auguste Pictet, des Gaspard de la Rive et d'autres, au lendemain de l'entrée de notre canton dans la Confédération suisse, ne tarda pas à prendre un rapide développement, car elle répondait parfaitement aux aspirations de notre époque, époque de congrès et d'associations et au caractère spécial de notre nation. Elle étendit bientôt ses ramifications sur tout le pays en rendant plus étroite encore l'union si précieuse qui a toujours existé chez nous entre les amis des sciences quelle que soit la branche ou l'école à laquelle ils se rattachent, en semant partout le goût et l'étude de la nature, et en favorisant

l'établissement des sociétés locales entre lesquelles précisément elle sert de lien.

Aussi les réunions annuelles qui au début avaient lieu presqu'exclusivement dans les grandes villes et dans les anciens centres scientifiques se transportèrent-elles peu à peu dans des cantons et dans des villes qui, plus déshérités d'abord, avaient vu plus tard se développer aussi chez eux le goût de la science et réclamaient l'honneur de recevoir à leur tour la Société helvétique. Ces sessions annuelles ont eu lieu régulièrement sauf dans les années 1831, 1859 et 1870 où elles furent remplacées par de simples réunions familières.

Notre Société célébrait donc cette année-ci son soixantième anniversaire. L'intérêt qu'excitent les gigantesques travaux entrepris depuis trois ans pour le percement du tunnel du St-Gothard et les vastes problèmes scientifiques dont ils ont appelé la solution, avait fait choisir Andermatt pour lieu de cette réunion, sur la gracieuse initiative qui en avait été prise par la petite section d'Uri, secondée pour cela par celle de Lucerne. M. le professeur F.-J. Kaufmann de Lucerne avait bien voulu accepter la présidence et M. Nager-Donazians d'Andermatt la vice-présidence de la session.

Dès le 12 septembre après midi de nombreux véhicules, diligences et voiturins amenaient dans la sauvage vallée d'Urseren, dans ce modeste petit village alpestre, les hôtes pour lesquels Andermatt avait revêtu son plus gracieux air de fête. Plus tard une soirée familière réunissait les 120 ou 130 nouveaux arrivés à l'hôtel Bellevue où presque tous avaient trouvé des logements tout préparés. Le lendemain après la séance générale d'ouverture qui eut lieu dans l'église d'Andermatt, au-dessus précisément du point qui

formait alors l'extrémité de la galerie d'avancement du tunnel et après avoir entendu un discours substantiel de M. le président Kaufmann sur l'histoire naturelle du canton d'Uri et une communication de M. le professeur Colladon de Genève sur les installations mécaniques du tunnel du Gothard [1], la Société se transporta à Gœschenen pour voir sur place et en marche ces machines puissantes, ces engins formidables que venait de lui décrire le savant professeur qui en est un des principaux inventeurs. M. L. Favre, l'habile ingénieur en chef du tunnel, MM. les ingénieurs et conducteurs de travaux se sont mis de la manière la plus aimable à la disposition des membres de la Société pour les diriger dans ces vastes chantiers et leur fournir les explications nécessaires sur les appareils divers, compresseurs, perforatrices, pompes d'aération et autres qui fonctionnaient sous leurs yeux. Vingt-cinq membres, munis d'autorisations spéciales qui avaient été mises, par M. Favre, à la disposition du Comité central, ont pu même pénétrer jusqu'au fond du tunnel et suivre de la sorte la marche des travaux jusqu'à l'extrémité de la galerie d'avancement.

Le soir, un joyeux banquet réunissait les membres de la Société, au retour de Gœschenen. La matinée du lendemain était réservée aux séances des sections, après banquet, puis seconde séance générale, rapports des différentes Commissions d'étude nommées par la Société, fin de la communication de M. Colladon et clôture de la session.

Nous sommes bien sûrs d'être ici les interprètes de tous ceux de nos collègues qui ont pris part à la réunion de 1875, en adressant au Comité d'organisation, à la section

[1] Nous reproduisons plus loin cette communication *in extenso*, voir p. 329.

d'Uri et à MM. les ingénieurs du tunnel du Gothard nos sincères remerciements pour l'aimable réception qu'ils nous ont préparée à Andermatt et à Gœschenen.

La prochaine réunion aura lieu, en 1876, à Bâle; outre les membres ordinaires de la Société, les savants étrangers que nous éprouvons une si vive satisfaction à accueillir dans nos modestes congrès, sont cordialement invités à venir y assister, et nous osons espérer qu'ils répondront en grand nombre à cet appel.

Nous allons passer maintenant au Compte rendu des diverses communications qui ont été faites dans les séances générales et dans les séances des sections.

PHYSIQUE

M. le professeur *Ch. Dufour* de Morges parle d'un coup de foudre qui, au mois de juin 1875, a frappé en même temps, près de Villeneuve, deux vignes distantes de 120^{m} à peu près. Dans l'une d'elles la surface atteinte mesure 18^{m} de long sur 18^{m} de large. Les deux tiers des ceps, soit à peu près 350, ont été frappés. Dans la seconde vigne la surface foudroyée mesure 10^{m} de long sur 10^{m} de large et une centaine de ceps ont été atteints. Les premiers jours plusieurs ceps paraissaient perdus, d'autres n'avaient séché que partiellement et avaient encore des feuilles en pleine végétation. Cependant, dans le mois d'août, les ceps qui paraissaient les plus maltraités ont repoussé des branches vigoureuses sur lesquelles on voyait, le 5 septembre, des raisins en fleurs. Mais ces raisins qui devaient former la récolte de 1875 ont bientôt cessé de se développer. Dans son mémoire sur la foudre Arago cite comme faits remarquables quelques rares exemples de coups de foudre qui s'étaient divisés en deux ou trois branches. Ici nous sommes en présence d'un coup de

foudre qui d'abord s'est divisé en deux pour frapper deux vignes à 120^{m} de distance, ces branches ayant ensuite donné lieu l'une à 100, l'autre à 350 jets différents qui ont frappé les ceps [1].

M. le professeur *F.-A. Forel* de Morges rend compte de l'étude qu'il a faite des seiches du lac Léman et de quelques autres lacs de la Suisse. Nous renvoyons pour le détail de ce travail aux deux mémoires que M. Forel a insérés sur ce sujet dans les *Archives* [2].

Comme introduction à une communication de M. l'ingénieur *Burgin,* de Bâle, sur une nouvelle machine électromagnétique de son invention M. le professeur *Ed. Hagenbach,* dans le laboratoire duquel ce travail a été exécuté présente d'abord quelques considérations sur les progrès réalisés récemment dans ce genre d'appareils et tout particulièrement sur la machine de Gramme qui en est actuellement un des meilleurs types. Il décrit cette machine, sur les effets de laquelle il a eu l'occasion de faire une série de mesures et d'essais comparatifs. Il expose ensuite les modifications que le jeune ingénieur bâlois y a apportées et qui en ont fait un appareil nouveau paraissant présenter de sérieux avantages sur celui de Gramme.

M. *Burgin* fait ensuite la démonstration de sa machine qu'il a déjà fait marcher la veille à Gœschenen, sous les yeux de ses collègues. Elle diffère essentiellement de celle de Gramme en ce que les électro-aimants, au lieu d'être disposés en anneau et de former comme la jante d'une roue tournant entre les pôles de l'aimant, sont disposés

[1] M. Colladon a décrit les effets d'un coup de foudre qui avait frappé 335 ceps de vignes (*Mémoires de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, t. XXI, p. 548; *Archives*, 1873, t. XLVI, p. 36.).

[2] *Archives*, 1874, tome XLIX, p. 24 et 1875, tome LIII, p. 281.

suivant les rayons de cette roue, les uns au-dessus des autres, de manière que leurs extrémités forment une spirale et qu'ils constituent une sorte de zone cylindrique tournant parfaitement juste entre les deux pôles de l'électro-aimant excitateur, fort élargi pour cela. On réalise de la sorte un double avantage : 1° les pôles des aimants tournants sont beaucoup plus rapprochés de ceux de l'aimant excitateur; 2° c'est au moment où chaque aimant tournant arrive le plus près des pôles de l'aimant excitateur qu'il présente par rapport à lui la direction la plus favorable, Les deux causes qui concourent à la production du courant induit se trouvent donc réunies au moment de leur effet maximum. De plus en remplaçant les électro-aimants rectilignes par des électro-aimants en croix, on obtient plus de quantité et moins de tension et l'on peut de la sorte en introduisant dans l'appareil l'une ou l'autre des roues ainsi construites modifier à volonté l'effet de la machine [1].

M. l'ingénieur *Théodore Turrettini* de Genève donne la description de la perforatrice Turrettini et Colladon que les membres de la Société ont vu fonctionner la veille à Gœschenen et présente un plan détaillé à l'appui. Il insiste surtout sur les deux points essentiels qui font différer cette machine de celles déjà existantes.

Ce sont :

1° Le système de distribution d'air pour le mouvement de va-et-vient du piston ;

2° Le système d'avancement automatique.

[1] Nous ne pouvons entrer pour le moment dans de plus amples renseignements sur cet appareil. Par suite d'un contrat intervenu entre l'inventeur et elle, *la Société genevoise pour la construction d'instruments de physique* s'est chargée de la fabrication et de la vente de cette nouvelle machine électro-magnétique. Nous espérons pouvoir en donner bientôt une description détaillée à nos lecteurs.

La distribution est dépendante du choc du fleuret contre le rocher, la vitesse du piston va donc en s'accélérant jusqu'à ce que le choc se produise, il ne peut y avoir de fausses distributions comme dans d'autres perforatrices.

L'avancement automatique et le recul de toute la machine se produisent en utilisant la réaction de l'air comprimé sur le cylindre percuteur, réaction qui est toujours égale à l'action de l'air sur le piston lui-même. Un serrage très-puissant fixe la machine sur le bâti. Ce serrage est brusquement supprimé si la machine est trop éloignée de la roche. Le cylindre se trouvant alors libre est poussé en avant par la réaction de l'air sur la face intérieure du cylindre et serre la roche de plus près.

Comme membre de la Commission des glaciers, M. le professeur *Hagenbach* donne ensuite quelques détails sur le travail exécuté récemment au glacier du Rhône, par M. *Gosset*. L'habile ingénieur du bureau topographique fédéral a dressé un levé exact de ce glacier. Ces mesures, comparées à d'anciennes données, lui ont fourni déjà quelques renseignements sur sa marche et sur le retrait qu'il a subi. En outre il a disposé en travers du glacier à différentes hauteurs quatre lignes de pierres continues marquées chacune d'une couleur différente peinte sur toutes les pierres et qui devront servir à suivre très-exactement dans l'avenir la marche du glacier dans ses différentes parties.

Depuis 1856, le bas du glacier s'est retiré de 650^{m}, et s'est abaissé de 95^{m}.

La première ligne de pierres (noire) a été disposée à 500^{m} de l'extrémité du glacier, à 1850^{m} au-dessus de la mer; la largeur du glacier en ce point est de 520^{m}, sa vitesse de 13^{m} en maximum par an, son abaissement a été de 6^{m} dans lá dernière année.

La seconde ligne (verte) est à 1100^m de la moraine terminale, à 1950^m d'altitude; la largeur du glacier y est de 550^m, la vitesse de 33^m, l'abaissement annuel de 5^m.

La troisième ligne (jaune) est à 3500^m du bout du glacier, à 2380^m au-dessus de la mer, la largeur du glacier est de 1500^m, sa vitesse de 100^m, ici au contraire il s'est élevé dans l'année de 2^m.

La quatrième ligne (rouge) est à 5000^m du bout, à 2550^m d'altitude, la largeur du glacier est de 1040^m, sa vitesse de 97^m, il s'est relevé dans la dernière année de 1^m.

	1re ligne. (noire)	2me ligne. (verte)	3me ligne. (jaune)	4me ligne. (rouge)
distance du bas	500^m	1100	3500	5000
altitude	1850^m	1950	2380	2550
largeur	520^m	550	1500	1040
vitesse	13^m	33	100	97
relèvement annuel	—6^m	—5	+2	+1

Il est permis de se demander si le relèvement de sa partie supérieure n'est pas le signe précurseur d'une nouvelle période d'avancement du glacier. C'est ce que les observations des années suivantes feront connaître.

M. *H.-F. Secrétan* de Lausanne a envoyé un travail sur les mouvements qui accompagnent la dissolution des corps solides et liquides. Il a trouvé que tous les corps qui se dissolvent dans des conditions déterminées présentent les mouvements gyratoires déjà constatés pour le camphre, les valérates et les butyrates. La formation, la durée et l'intensité de ces mouvements dépendent de trois facteurs qui se suppléent ou se complètent mutuellement : 1° *le degré de solubilité* du corps dans le liquide dissolvant; 2° *la densité relative*; 3° *le pouvoir dispersif*, c'est-à-dire la propriété que le corps a d'être mouillé plus ou moins par le liquide.

On distingue trois catégories de mouvements :

A. *Ceux d'un solide sur un liquide.*

Exemples : sur l'eau, mouvements gyratoires du camphre, de la caféine, des valérates et butyrates.

Sur un mélange de 50 parties d'eau pour 10 d'alcool, en volume : mouvements gyratoires du chlorure de sodium, de barium, de strontium ; du chromate de potassium, de l'hyposulfite de sodium et de beaucoup d'autres. En ajoutant de l'alcool, on atténue le pouvoir dissolvant du liquide pour ces corps ; les petits fragments grattés à la surface produisent une dépression qui les soutient sur le liquide. Ils se dissolvent *moins rapidement* et offrent les mouvements gyratoires.

Sur le sulfure de carbone, la paraffine, le camphre, la colophane ; enfin plusieurs corps sur le chloroforme et le bromure d'éthylène. Les corps poreux imbibés d'un liquide soluble fonctionnent comme des solides. Exemple : pierre ponce imbibée d'alcool, sur l'eau.

B. *Mouvements d'un liquide sur un liquide.* On distinguera : 1° Les mouvements d'un liquide plus dense sur un moins dense qui le dissout modérément. On trouve qu'en versant avec soin du chloroforme sur l'eau (pour prendre un exemple entre plusieurs), il reste suspendu en sphérules qui produisent une dépression à la surface de l'eau ; mais sur un mélange de 5 parties d'alcool dans 55 d'eau, ces sphérules se dissolvent en tournoyant ; de même l'aniline. 2° Mouvements d'un liquide moins dense à la surface d'un plus dense. Exemple : l'alcool sur l'eau, l'acétone, etc.

C. *Mouvements gyratoires produits par dissolution entre deux liquides,* tantôt dans le liquide supérieur, tantôt dans l'inférieur. Exemple : colophane et savon entre éther et eau, camphre entre benzine et eau, etc.

Ces mouvements résultent de ce qu'aucun corps, qu'il soit amorphe ou cristallin, n'est homogène et *également soluble dans toutes ses parties.* C'est l'inégale affinité du liquide dissolvant pour les diverses parties du corps dissout, qui provoque les *mouvements de dissolution.* Dans les sphérules d'aniline, par exemple, il se forme une échancrure au point où elles se dissolvent avec le plus d'intensité, en même temps qu'elles s'éloignent de ce point.

Dans les conditions décrites, le corps s'éloigne du point où il se dissout avec le plus d'intensité. On pourrait multiplier les exemples, car ces mouvements ont été constatés pour une centaine de corps. Ils se manifestent aussi sous le microscope. Conclusion :

Les corps qui se dissolvent présentent des mouvements toutes les fois que la cause de ces mouvements est capable de vaincre les résistances qui s'opposent à leur production.

GÉOLOGIE.

M. *Stapf* expose les observations géologiques qu'il a faites jusqu'à présent dans les couches déjà traversées par les travaux du tunnel, sans prétendre pourtant qu'on puisse déjà en tirer des conclusions définitives.

Du côté de Göschenen la roche principale est du gneiss-granit avec quelques filons d'eurite. Outre les plans de stratification, on y observe un clivage qui leur est perpendiculaire. En approchant de l'ancienne église d'Andermatt, on a traversé des roches plus variées : gneiss, micaschistes, schistes calcaires, etc., etc. La galerie d'avancement n'est pas encore arrivée au point où l'on coupera le calcaire cristallin, si cette roche descend jusqu'au passage du tunnel. A ce propos M. Stapf montre que la direction de cette couche à la surface permet de la rac-

corder avec celles qui sont plus en amont sur la rive gauche de la Reuss. Il est possible que les assises qui sont des deux côtés du calcaire soient les mêmes; mais cela ne pourra être démontré que par des analyses rigoureuses et l'examen microscopique des roches.

M. Stapf décrit de même la série des couches coupées du côté d'Airolo. La dolomie renferme des fragments de micaschistes, ce qui montre qu'elle est plus moderne. Il y a des schistes micacés calcaires établissant un trait de ressemblance avec la zone calcaire de la vallée d'Urseren. On ne manque pas d'indices que ces couches forment des plis et qu'on ait traversé à diverses reprises les mêmes bancs; mais encore ici il faudra l'analyse chimique pour mettre le fait hors de doute.

La structure en éventail du massif du St-Gothard peut être attribuée à de petits glissements très-multipliés sur les plans de clivage, glissements dont le résultat final a été de diminuer le degré de plongement primitif de chaque assise, et cela d'autant plus qu'elle s'élève plus haut.

Il est remarquable que, parmi les cristaux qu'on a trouvés, il n'y en ait aucun de quartz enfumé.

Dans une seconde communication, M. Stapf a parlé des eaux qu'on a rencontrées. Du côté de Göschenen la quantité d'eau qui filtre est tout à fait insignifiante, quoiqu'on ait passé quatre fois sous la Reuss. Cela rend probable que la vallée a été creusée par l'érosion, et n'est pas l'effet d'une rupture. Les zones aquifères peuvent toutes se reconnaître d'avance à la surface, elles correspondent à des localités où les roches laissent tomber des gouttes d'eau.

Du côté d'Airolo la quantité d'eau a été plus considérable; elle semble même dépasser celle qui tombe dans

le bassin collecteur. A mesure qu'on avance dans le tunnel et qu'on atteint une nouvelle zone aquifère, on voit tarir celles qui se sont montrées plus près de l'entrée. On peut donc penser que la quantité d'eau à maîtriser n'ira pas en augmentant continuellement.

M. Stapf a exposé dans la séance générale un lever à très-grande échelle de l'inclinaison des couches aux parois du tunnel et de leur direction sur le plan de la voie.

M. le pasteur *S. Chavannes* fait une communication sur les gypses et les cargneules. Suivant lui les gypses et les cargneules des Alpes ne sont pas triasiques, mais ce sont des formations métamorphiques en rapport avec des couches d'âges très-divers. Ce seraient comme des zones métamorphisées traversant plusieurs couches d'âges et de compositions absolument divers. M. Chavannes décrit cinq de ces zones, courant dans des directions très-variables; l'une d'elles entre autres irait depuis le Valais jusqu'à la vallée d'Urseren. A l'appui de sa théorie M. Chavannes cite des exemples de gypses et de cargneules dans lesquels on retrouverait des fragments non métamorphisés des roches encaissantes.

M. *Renevier* combat la manière de voir de M. Chavannes. Il croit bien qu'il y a des gypses et des cargneules de différents âges, tout le monde est d'accord là-dessus. Mais dans les Alpes vaudoises il n'y a certainement ni gypses ni cargneules tertiaires ou jurassiques, comme le pense M. Chavannes, ils appartiennent tous au terrain triasique. M. Renevier ne croit pas à l'origine métamorphique des gypses et des cargneules, mais il estime que ce sont des productions chimiques analogues à celles qui se produisent actuellement, dans la mer Morte par exemple. Les parcelles de roches encaissantes qui se trouvent parfois

dans ces produits sont des accidents, des fragments tombés dans le dépôt en train de se former.

M. *Lory* croit, comme M. Renevier, que les gypses ont une origine sédimentaire et non métamorphique. Les cargneules seraient comme des éponges de dolomie dans lesquelles le carbonate de magnésie se serait dissous en produisant des vacuoles. Du reste, M. Lory croit aussi qu'il y a eu des gypses et des cargneules de tous les âges, même nummulitiques. La grande bande de gypse qui va du Valais jusque dans la vallée d'Urseren est triasique ; elle commencerait aux environs de Moutiers en Tarentaise.

M. *Gilliéron* donne la coupe d'une localité dans les Alpes fribourgeoises où il y a certainement une cargneule nummulitique.

M. *Balzer* fait une communication sur les cendres volcaniques de l'île de Vulcano. Elles sont de composition fort différente : les unes sont de la lave pulvérisée, d'autres sont des cendres chimiques produites par les solfatares. Il montre des échantillons d'une de ces cendres qui est de la tridymite cristallisée.

ZOOLOGIE et BOTANIQUE.

M. le professeur *Pietro Pavesi*, de Pavie, donne quelques détails intéressants sur le développement trachéen d'un oiseau appartenant à la famille des *Sturnidæ*, et présente à l'appui diverses pièces anatomiques. Cet oiseau, la *Manucodia Keraudreni* (Less.), de la Nouvelle Guinée, est, en effet, très-remarquable par sa trachée-artère, située tout à fait en dehors du thorax, au-dessus des muscles pectoraux et directement sous la peau. M. Lesson a étudié cet organe chez cette espèce et l'a figuré dans son « *Voyage de la Coquille.* » M. Pavesi

a obtenu tout récemment un nouvel exemplaire de cette *Manucodia,* et l'a décrit et figuré dans les « *Anali Mus. Civ. Genoa,* vol. VI, 1874 ; » toutefois la forme de la trachée s'étant montrée un peu différente de celle signalée par Lesson, M. Pavesi en a conclu :

1° Que les différences peuvent être *individuelles* comme cela se voit chez d'autres oiseaux ;

2° Que ces différences ne sont ni *sexuelles* ni dépendantes de l'*âge.*

Il émettait alors le vœu qu'un autre zoologiste pût arriver à éclaircir et trancher ces deux questions.

Depuis lors M. Pavesi a reçu de M. d'Albertis, de Gênes (maintenant à la Nouvelle Guinée, ainsi que M. Meccari), dix exemplaires de la *Manucodia Gouldii* (J. Gray). Tous ces sujets ont la trachée externe, mais jamais celle-ci n'est identique dans deux individus. La cuirasse trachéenne est ovale, ronde et plus ou moins compliquée. Il faut remarquer, cependant, que les individus femelles ont une trachée bien plus simple que les mâles; elle n'arrive pas, en effet, jusqu'au-dessus des muscles pectoraux, pas même jusqu'au bord inférieur du sternum, disposition particulière qui est très-utile pour l'incubation. S'il en fût autrement, la femelle serait empêchée de couver.

Il y a donc aussi, en outre des dissemblances signalées plus haut, des différences *sexuelles,* qui sont encore plus sensibles que les différences spécifiques.

M. Pavesi, qui avait déjà décrit les muscles *broncho-trachéens,* a découvert encore une autre paire de muscles, des muscles qu'il nomme *sterno-trachéens.*

Le même montre, après cela, quelques autres préparations anatomiques, un canal digestif de *Diomedea*

exulans ou Albatros du Cap de Bonne-Espérance, par exemple. Le tube digestif de cet oiseau est très-intéressant, par le fait des papilles qui garnissent l'œsophage, en arrière de celles qui hérissent la langue et les environs de la glotte. Ce développement est nouveau, car chez tous les oiseaux la muqueuse œsophagienne est lisse, et présente seulement des plis longitudinaux. Ce sont des papilles dans le genre de celles des Tortues de mer et de celles qu'on voit aussi près du pylore du Castor, de la Hellera, etc. Elles n'empêchent pas la rétrogradation des aliments chez cet oiseau qui vomit, par le fait, très-facilement et ne se nourrit que de petits animaux marins.

Le cœur de l'Albatros présente aussi ceci d'intéressant qu'une bande musculeuse joint le bord libre de la valvule atrio-ventriculaire droite qui a une grande épaisseur.

M. Pavesi montre encore la trachée artère de la *Ciconia nigra,* qui a des bronches recourbées et chevauchées par les artères pulmonaires et l'aorte dépendante. Il montre, enfin, le même organe chez la *Ciconia alba* et fait remarquer que les bronches sont droites et non pas recourbées.

M. le Dr *J. Muller,* de Genève, fait une communication sur un dimorphisme et sur quelques caractères nouveaux des Rubiacées.

Dans beaucoup de Rubiacées brésiliennes on remarque que les fleurs de certains échantillons ont les étamines saillantes, tandis que dans d'autres échantillons de la même espèce les étamines sont incluses. Dans le premier cas les filets sont plusieurs fois plus longs que les anthères, le style est court et inclus et les stigmates sont étroits, dans le second cas au contraire les filets sont plusieurs fois plus courts que les anthères, le style est sail-

lant et les stigmates sont sensiblement plus courts et plus larges.

L'une des deux formes est probablement plus féconde que l'autre, car sur les échantillons d'herbier on remarque souvent que les uns ont beaucoup, les autres peu de fruits. Mais le mode de fécondation doit être suivi dans le lieu natal des espèces ou du moins sur le vivant. Le dimorphisme lui-même ressemble à celui des Lythrum et diffère par cela entièrement de celui des Primula, où les étamines sont insérées tantôt en haut tantôt en bas du tube de la corolle.

M. Muller mentionne comme caractères nouveaux pour la délimitation et la coordination des espèces :

1° La hauteur invariable pour chaque espèce de l'insertion des étamines sur le tube de la corolle ;

2° La hauteur du point de fixation de l'anthère sur son filet.

3° Le contour de l'anthère, soit proportion entre la longueur et la largeur.

M. *Muller* présente ensuite à la section un échantillon vivant du *Juncus squarrosus L.*, que le discours d'ouverture de M. le Président avait mentionnée comme l'une des deux plantes suisses spéciales du St-Gothard. M. Muller indique très-exactement la station où se trouve cette rareté.

M. le professeur *F.-A. Forel*, de Morges, expose l'état actuel des travaux que fait exécuter le gouvernement de Genève pour lutter contre l'invasion du *Phylloxera vastatrix* à Pregny,

Il rappelle que le Phylloxera a été importé d'Angleterre dans les serres à raisins de M. de Rothschild déjà en 1868, que le parasite n'a été découvert qu'en 1874 et que la maladie a déjà eu le temps d'envahir un assez grand

nombre de vignes du voisinage. Toutes les vignes attaquées par le Phylloxera et toutes les vignes même saines qui se trouvent à moins de 100 mètres de tout point infecté ont été ou doivent être arrachées. L'extirpation des racines et le minage du terrain que l'on mélange avec de la chaux du gaz se feront en hiver, alors que le Phylloxera sera engourdi par le froid. Sans pouvoir l'affirmer, M. Forel espère que ces mesures énergiques seront suffisantes pour arrêter le fléau; d'autant plus que le quartier infecté se trouve fort heureusement dans des conditions d'isolement très-favorables.

M. le Dr *Ch.-G. Brügger*, professeur à Coire, montre une branche de sapin malade provenant de la station thermale du St-Bernardin, au sommet du Val Misocco, à 5,000 pieds de hauteur au-dessus de la mer. Les pousses de l'année dernière et celles de cette année sont attaquées par un petit champignon (Rostpilz) qui fait flétrir, jaunir et tomber prématurément les jeunes aiguilles. Lorsqu'il se développe en très-grande quantité, comme c'est le cas parfois, ce parasite peut porter un très-grand préjudice au développement des forêts de sapins dans ces hautes régions (4 à 6,000 pieds au-dessus de la mer). (Les forestiers connaissent la maladie qu'il produit sous le nom de jaunisse des sapins (Gelbsucht der Fichten.) D'après l'opinion de M. le professeur Kopp, ce champignon est un *Chrysomyxa Abietis* (Ung.). MM. Muller et Schwendener le prennent pour le *Peridermium Pini*. M. Muller a observé le même champignon dans les vallées valaisannes, Val Ferret, Val d'Entremonts, Val de Bagnes, où il couvre parfois des forêts entières.

M. le professeur *Brügger* fait ensuite une communication sur la récente invasion de la sauterelle voyageuse

(Wanderheuschrecke, *Pachytelus migratorius*, F.) dans le haut Rheinthal (sur le territoire du canton des Grisons, du canton de St-Gall et du duché de Lichtenstein). Il décrit aussi les mesures prises avec succès par la commune de Flæsch, pour combattre et expulser ces animaux. A l'appui de sa communication, M. Brügger montre de nombreux échantillons de l'insecte en question et d'Orthoptères voisins, dans différentes variétés et différents états de développement.

M. *Albert Müller*, de Bâle, complétant la communication précédente, parle de l'invasion de la sauterelle voyageuse dans la région située au bord du lac de Bienne.

Suivant ce naturaliste, *15 Jucharten* (1 hectare = 2,77 Juchart.) d'avoine d'une propriété de M. Landolt, de Neuveville, ont été détruits, en 5 jours environ, sur le rivage du lac de Bienne, entre Vinelz et Lüscherz, non loin de la Budlei.

Le mal était déjà bien avancé quand M. Müller se rendit sur les lieux, soit dans les premiers jours d'août (1875). Déjà, depuis le 19 juillet, les écoliers et la population des environs étaient occupés à lutter contre le fléau et avaient réussi à anéantir le gros de l'armée dévastatrice. On cherchait à chasser les sauterelles vers le lac, mais souvent il arrivait que, menés jusqu'au bord de l'eau, ces insectes prenaient en masse le vol, pour passer par-dessus les têtes de leurs persécuteurs et retourner au loin en arrière. Tout ce qui pouvait être atteint était arrosé avec du pétrole et brûlé, ou enfoui dans de profondes tranchées. Les femelles pleines devaient être préalablement écrasées sur le sol, puis, pour éviter le développement éventuel des œufs, brûlées complétement au feu. Il faudrait toujours, pour plus de sûreté, écraser

les sauterelles avant qu'elles puissent voler, ou mieux encore au moment où elles sortent de l'œuf.

M. Müller a constaté que le parasite en question était le véritable *Pachytelus migratorius* et que l'espèce était représentée dans tous les degrés de développement.

Cette immense extension de la sauterelle, dans les environs de Bienne, aurait été favorisée, suivant le même observateur, par la situation basse des terrains au bord du lac, ainsi que par la nature inculte et par la position d'isolement et d'insolation de ces grandes étendues de pays pour ainsi dire abandonnées. On ne pourra prévenir, suivant M. Müller, de nouveaux ravages qu'en livrant promptement à la culture ce sol presque sauvage et en changeant souvent le mode de traitement ou la nature des produits. Beaucoup d'avoine, des blés, de la vigne, de l'orge, des pois, des pommes de terre, du maïs, la petite végétation même et les roseaux du rivage ont été attaqués et ravagés par les sauterelles. En face d'un pareil fléau, M. Müller exprime le désir que soit les entomologistes, soit la Confédération veuillent bien prendre en main la défense du pays, avant qu'il soit trop tard.

M. *Edouard Bugnion*, de Lausanne, professeur à Zurich, montre le nid d'une espèce d'araignée (Radspinne, *Epeira Spec.*) trouvé à Morges, au sujet duquel M. le professeur Pavesi présente ensuite quelques développements.

M. le Dr *Vetter*, de Dresde, donne des détails sur la station zoologique de Naples, et les grands laboratoires avec aquarium qu'a fait construire et que dirige M. le Dr Dohrn. Ces vastes établissements sont destinés aux naturalistes qui veulent faire des recherches approfondies sur la faune marine. A côté de l'aquarium où ils peuvent étudier la vie et les mœurs des animaux marins, les

savants peuvent exécuter des recherches microscopiques avec les appareils les plus perfectionnés en ayant à leur disposition une riche bibliothèque et une belle collection anatomique. On travaille, en particulier, à former une collection type de toute la faune du golfe de Naples et une statistique complète de tous les animaux qui la composent. Ce grand institut dépasse tout ce qui a été créé en ce genre par la richesse des ressources qu'il offre aux naturalistes. Il possède ou va posséder des succursales à Sorrente, à Capri, au Cap Misène et ailleurs. L'établissement central lui-même a déjà dû être agrandi par suite de nombreuses demandes. Maintenant 18 aquarium spéciaux, dont l'eau se renouvelle continuellement et qui sont desservis régulièrement par deux pêcheurs, sont disposés pour autant d'observateurs voués à des recherches particulières. Un certain nombre de ces laboratoires particuliers ou de ces places ont été loués par les gouvernements ou les universités. Le prix d'abonnement est de 1800 fr. par an. La Russie et l'Italie ont chacune 2 places, la Saxe 1, les universités d'Oxford et de Cambridge chacune 1, etc. M. Vetter pense que la Suisse pourrait avec avantage en acquérir une.

M. Pavesi ajoute quelques renseignements à ceux que vient de donner M. Vetter.

MÉDECINE.

M. le Dr *Hemmann,* médecin des Bains de Schinznach, donne lecture d'un mémoire sur les eaux thermales sulfurées de cette localité. Les sources proviennent, suivant lui, non pas des roches jurassiques qui se trouvent sur les rives de l'Aar, mais d'un vaste bassin d'environ une lieue carrée de surface, qui s'élève de 60 à 70 mètres au-dessus des Bains et qui porte le nom de *Birrfeld.*

C'est en traversant les couches liasiques qui forment la base du Birrfeld, que les eaux d'infiltration se chargeraient d'hydrogène sulfuré et se réchaufferaient à 36 ou 40°, ensuite de réactions chimiques. L'auteur s'appuie à cet égard sur une opinion soutenue entre autres par M. C. Vogt (Ueb. Vulkane, Oeff. Vorträge III, 2, p. 32), opinion d'après laquelle les sources thermales et les phénomènes volcaniques en général, ne sont point l'effet de la chaleur originelle conservée à l'intérieur du globe, mais de réactions qui s'effectuent dans les couches relativement superficielles de l'écorce terrestre. Ces réactions se produiraient essentiellement dans la zone que pénètrent les eaux d'infiltration et celles-ci en seraient même l'un des principaux agents. L'hydrogène sulfuré doit provenir de composés sulfureux qui se trouvent sur le trajet des eaux. M. Hemmann pense que les substances organiques, qui abondent dans le Lias, ne sont pas étrangères à cette décomposition ; ce sont elles qui opéreraient la réduction des sulfates (gypse) et les sulfures résultant de cette réaction seraient attaqués à leur tour par l'eau chargée d'acide carbonique et transformés en carbonates et en hydrogène sulfuré.

Passant à des considérations d'un ordre pratique, le Dr Hemmann attire l'attention de ses collègues sur quelques défauts d'exploitation qui nuisent au succès des eaux de Schinznach et auxquels il serait urgent que la direction voulût bien porter remède. C'est d'abord la mauvaise disposition du puits dans lequel on a cherché à isoler la source. Ce puits, qui n'est pas loin de l'Aar, permet en effet aux eaux de la rivière de se mêler en large mesure à l'eau thermale, toutes les fois que l'Aar est grosse et que le travail des pompes a abaissé le ni-

veau de l'eau du puits au-dessous du sien. Il est probable qu'on pourrait parer à ces infiltrations par une construction plus intelligente; alors on ne verrait plus l'eau thermale se troubler et se refroidir jusqu'à 20 ou 25°, comme cela a lieu chaque été et il n'y aurait plus besoin de dépenser force combustible pour lui rendre sa température originelle.

Un autre inconvénient non moins grave, c'est qu'au rebours des principes les plus élémentaires de la chimie, on se sert à Schinznach de tuyaux de fonte. Il s'y forme du sulfure de fer qui est entraîné en poudre impalpable et qui donne à l'eau une vilaine teinte noire. Cette eau salit tout ce qui entre en contact avec elle et répugne à ceux qui en font usage; de plus elle perd par ce fait une partie de ses propriétés, car le sulfure de fer ne s'y forme qu'aux dépens de l'hydrogène sulfuré et des sulfures alcalins.

Le corps médical devrait user de toute son influence, pour que les administrateurs de nos établissements hydrothérapiques s'efforcent de conserver aux eaux minérales l'intégrité de leur composition.

M. le Dr *Müller*, pharmacien à Berne, appuie chaudement le vœu du Dr Hemmann. Il faut que le médecin qui envoie ses malades aux Bains, sache quelle espèce d'eau on leur servira et n'aie pas à craindre des altérations, telles que celles qui ont été constatées à Schinznach. Un parfait isolement est surtout de rigueur pour les sources sulfureuses, parce que le mélange d'eau ordinaire y introduit de l'acide carbonique qui décompose les sulfures de sodium, de calcium, etc. Or, il n'est point indifférent que l'eau renferme de l'hydrogène sulfuré plutôt que des sulfures alcalins, parce que ce gaz s'échappe pendant qu'on

chauffe le bain. La source de Schinznach ne renfermant qu'une petite quantité de sulfure de calcium (0,008 grammes par litre d'après Grandeau), on devrait tâcher de la lui conserver à tout prix. C'est à une forte proportion de sulfure de calcium et surtout de sulfure de sodium (ensemble 0,099 gr. par litre) que Stachelberg doit sa réputation.

Les bains du Gurnigel peuvent être cités comme un modèle de ce qu'on obtient par une exploitation rationnelle. La source « Schwarzbrunnli » est recueillie dans un réservoir hermétiquement fermé et conduite par de longs tubes de grès à la « Trinkhalle ; » arrivée là, l'eau renferme un peu moins d'hydrogène sulfuré qu'à l'origine, mais elle n'a rien perdu de ses sulfures. Un appareil en siphon empêche l'accès de l'air et la composition de l'eau se maintient parfaitement intacte grâce à l'hydrogène sulfuré qui remplit toute la conduite.

Un autre point noir dans la balnéologie, c'est l'incertitude qui plane encore sur la composition des eaux de Saxon. Il est hors de doute que suivant le moment où l'on prend l'eau, on n'y trouve souvent pas trace d'iode, mais que ce corps peut y reparaître en forte proportion une demi-heure ou même quelques minutes après (Rivier et Fellenberg). Sur 14 dosages, faits dans l'espace de 4 jours, 4 ne donnèrent pas trace d'iode, tandis que les 10 autres en donnèrent 0,017 à 0,098 grammes par litre. Morin, Brauns et autres chimistes ont constaté des variations plus surprenantes encore. M. Müller eut lui-même l'occasion d'analyser tant l'eau de la source que celle qui est servie aux étrangers et n'y trouva pas trace d'iode, en dépit de la dénomination « d'Eaux bromo-iodurées » qui s'étale dans les journaux. Un fragment de la Dolomite bi-

tumineuse (Raucheracke), que l'on expédie à Paris pour la fabrication des « pastilles de Saxon » n'en renfermait pas davantage. Que dire maintenant du fait suivant mis en regard de ce qui précède ? Il y a quelques semaines, une dame de B. se plaignait vivement des effets qu'elle avait ressentis d'une bouteille de Saxon. On soumit le reste à l'analyse et l'on y trouva une forte proportion d'iode. Deux bouteilles du même dépôt en livrèrent l'une 0,052 et l'autre 0,076 grammes. Les phénomènes géologiques qui se passent à la source de Saxon sont trop surprenants, pour qu'ils ne paraissent pas suspects. Ne serait-il pas dans l'intérêt de l'humanité aussi bien que dans celui de la science, que la véritable composition des «Eaux bromo-iodurées » soit mise enfin au grand jour.

M. le Dr *Goll* ajoute quelques détails sur la source iodurée de Solis, au pied de l'Albula. Ces eaux mériteraient d'être utilisées davantage ; elles stimulent l'appétit et la nutrition et sont d'un fort bon effet sur les catarrhes.

M. le Dr *Lorenz* en dit autant d'une source analogue qui se trouve à Tiefenkasten et rapporte un cas de péritonite exsudative chez un enfant où elle fit merveille, à la dose de 1 à 2 verres par jour.

M. le Dr *Weber* appuie ce qui a été dit à propos de Schinznach et de Saxon. C'est le devoir de la section de médecine de protester énergiquement contre de tels abus.

M. *Ed. Bugnion* fait une communication sur la Pneumonie vermineuse des animaux domestiques et insiste spécialement sur les diverses formes que revêt cette affection, suivant qu'elle est causée par des strongles adultes ou bien par des œufs et des embryons.

Il a observé jusqu'ici :

1° Une *forme lobulaire*, produite par des strongles adultes pelotonnés dans les bronches.

2° Une *forme diffuse*, causée par des œufs et de jeunes larves de Nématodes parsemés par milliers dans le tissu pulmonaire.

3° Une *forme nodulaire* ou *pseudo-tuberculeuse*, produite par l'accumulation des œufs sur certains points limités du poumon.

M. Ed. Bugnion a étudié la première forme chez les veaux et chez les génisses du Jura, où cette maladie prend quelquefois un caractère épizootique. Lors du grand abatis ordonné par le Gouvernement vaudois, sur le pâturage de la Neuvaz (Jura), du 1er au 4 septembre 1874, à cause de la Péripneumonie contagieuse, il ne constata sur 170 têtes de bétail, que 14 cas de Péripneumonie, tandis que 60 au moins (de jeunes bêtes pour la plupart), étaient atteintes de Pneumonie vermineuse. Cette dernière avait un caractère lobulaire très-accusé et paraissait partout de date récente. Il suffit d'inciser les bronches pour y découvrir un grand nombre de vers filiformes (Str. micrurus), mesurant jusqu'à 3 pouces de longueur et pelotonnés le plus souvent dans un amas de mucosités jaunâtres. Les bronches qu'occupent ces parasites sont précisément celles qui correspondent aux lobules hépatisés.

La forme diffuse a été observée chez des chèvres à l'École vétérinaire de Zurich. Chez un de ces animaux, qui avait succombé le 22 mai 1875, les poumons ne renfermaient plus de strongles adultes, mais des milliers d'œufs allongés, mesurant un dixième de millimètre environ et un grand nombre de petits vers assez semblables

à des Trichines et invisibles à l'œil nu. Ces petits parasites irritent le tissu pulmonaire comme autant de corps étrangers et occasionnent une sorte d'infiltration diffuse qui occupe le plus souvent une grande étendue. Le microscope fait découvrir dans le voisinage des œufs une desquamation et une prolifération considérables de l'endothelium des alvéoles, ainsi que l'a remarqué le professeur Bollinger, le premier auteur qui ait donné une bonne description de cette affection (Zur Kenntniss der desquamativen und käsigen Pneumonie, Archiv. f. exp. Path. u. Pharm., Bd. I, 1873). Différant en cela du Strongle de la vache, qui est expulsé des bronches avant la ponte et dont les petits se développent au dehors, celui de la chèvre (S. filaria ou rufescens ?) dépose ses œufs dans le poumon et c'est encore dans ces organes que la petite larve parcourt au moins les premières phases de son existence. Au lieu de disparaître en hiver sans laisser de traces, cette pneumonie vermineuse de la chèvre devient par ce fait une affection chronique d'une haute gravité.

Enfin, l'auteur a étudié la forme nodulaire chez un chat empoisonné avec de la strychnine. Tous les lobes du poumon présentaient à la surface et à l'intérieur un grand nombre de tumeurs blanchâtres, parfaitement circonscrites, qu'on aurait prises au premier abord pour de gros tubercules agglomérés ou pour des nodules sarcomateux. Mais le microscope fit découvrir dans chacune de ces tumeurs une myriade d'œufs arrondis renfermant de petits vers enroulés sur eux-mêmes, des embryons ou des masses vitellines à tous les degrés de segmentation. On ne peut pas se figurer une plus belle occasion d'embrasser du même coup dans le champ du microscope

toutes les phases du développement embryonnaire. Ici encore ces petits corps étrangers réunis en nombreuses colonies dans l'intérieur du tissu pulmonaire, avaient causé une pneumonie desquamative des plus prononcées, bien que limitée à certains points parfaitement circonscrits. Cette observation confirme en tous points celle de Heule que le professeur Leuckart avait mise en doute (Die menschl. Parasiten, II, p. 104). M. Leuckart pense que Heule a pris pour des œufs de Nématodes, les larves enkystées d'un ver vivipare (Ollulanus tricuspis). Passe encore qu'on puisse confondre des coques d'œufs avec des kystes, mais quand on a constaté à l'intérieur de ces coques toute une série de segmentations vitellines et de formes embryonnaires, on ne peut plus douter d'avoir affaire à des œufs pondus en lieu et place, comme ceux que l'on trouve dans le poumon des chèvres. D'autres cas identiques ont d'ailleurs été rapportés par Legros (Gaz. méd., Paris, 1867, p. 131), Villemin (Recueil de méd. vét., 1867, p. 75) et Colin (Ann. de méd. vét. Bruxelles, 1867, p. 12). Des nodosités semblables se rencontrent aussi dans le poumon de la chèvre, du mouton et du porc. Ces animaux présentent tantôt la pneumonie diffuse, tantôt les petites tumeurs pseudo-tuberculeuses, suivant que les œufs de Nématodes sont épars çà et là, ou bien qu'ils sont réunis en colonies sur certains points déterminés.

Le reste de la séance fut consacré aux affaires d'administration :

M. le Président annonce que la *Commission chargée d'étudier la Statistique de la Tuberculose en Suisse* vient de terminer la publication de son travail, grâce à la persévérance de son secrétaire M. le Dr Müller de Winter-

thur. Cet ouvrage est offert aux membres de la Société au prix de 2 fr. l'exemplaire. L'assemblée vote des remerciements aux membres de la Commission, MM. Biermer, Meyer, Hofmeister et Müller.

Sur la proposition de M. le colonel *Rieter,* directeur du Comité de l'exposition suisse à Philadelphie, la section de médecine décide d'organiser pour cette exposition une *Collection des principales eaux minérales de la Suisse.*

Des avis publiés dans les journaux inviteront MM. les propriétaires d'établissements hydrothérapiques à envoyer des échantillons au Comité central. Celui-ci se charge de l'expédition de Suisse en Amérique.

Enfin M. le Dr *Goll* soulève la question déjà souvent discutée, de savoir s'il y a lieu de conserver une section de médecine, au sein de la Société helvétique des Sciences naturelles. On a dit que cette section n'a guère de raison d'être, puisque les médecins forment déjà des sociétés particulières. M. Goll se prononce contre cette manière de voir : la Société helvétique réunit d'autres éléments que le « Centralverein » ou telle autre société exclusivement médicale. Il est bon que le médecin se trouve en contact avec des géologues, botanistes, etc. La Société helvétique est admirablement placée pour étudier certaines questions, qui se rattachent à la statistique médicale, aux influences locales. M. Goll rappelle quelques-unes des dernières sessions, où la section de médecine fut des mieux partagées, au point de vue de l'importance des travaux et de l'intérêt des discussions.

L'assemblée se prononce à l'unanimité pour le maintien de la Section de médecine.

LES TRAVAUX MÉCANIQUES

POUR LE

PERCEMENT DU TUNNEL DU GOTHARD

Note communiquée par M. le prof. D. COLLADON, ingénieur-conseil de l'entreprise, à la Société Helvétique des Sciences Naturelles, réunie à Andermatt le 13 Septembre 1875.

§ I. SYSTÈME ADOPTÉ POUR LE PERCEMENT.

Le tunnel du St-Gothard n'a de précédent comparable que le souterrain du Mont-Cenis, achevé en 1871, et celui de Hoosac aux États-Unis, terminé en 1874.

La galerie du Mont-Cenis, longue de 12,233 mètres, entreprise par d'éminents ingénieurs aux frais du Gouvernement sarde, et pour laquelle aucune dépense utile n'a été épargnée, a exigé *treize ans et demi* pour son achèvement.

Au Mont-Hoosac, où la longueur totale est 7,634 mètres, le progrès moyen, même dans les dernières années, a été inférieur à celui réalisé au Mont-Cenis [1].

Le tunnel du St-Gothard, percé dans une roche plus dure et long de 14,920 mètres, s'exécute aux frais d'une entreprise suisse et, d'après les traités, il doit être complété en *huit* années, ou au maximum en *neuf* années.

[1] Pour le tunnel Hoosac, la dépense par mètre courant s'est élevée à plus de 6,100 francs.

En tenant compte de l'excès de longueur et du peu de temps accordé, ce percement devrait donc marcher deux fois plus vite que celui du Mont-Cenis.

Cette galerie du St-Gothard pourra-t-elle être achevée en huit ou neuf années? telle est la question capitale qui préoccupe à bon droit le monde industriel.

Cette question principale *du temps* se relie au mode d'exécution et à quelques principes techniques sur lesquels les ingénieurs sont loin d'être d'accord.

Un tunnel à double voie, comme celui du Fréjus, ou du Gothard, exige une excavation de 8^m de largeur et 6^m de hauteur sans compter la place pour les maçonneries.

On n'attaque pas immédiatement cette grande section, mais seulement une petite galerie dite d'avancement ou *de direction*, ayant environ $2^m,40$ de hauteur sur $2^m,60$ de largeur, laquelle doit toujours devancer d'environ 200 à 250 mètres les travaux d'agrandissement.

Cette petite galerie se perce au moyen de machines mues par l'air comprimé, lequel produit à la fois la puissance et l'aération, selon le procédé proposé dès 1852 pour le Mont-Cenis par M. Colladon.

Les appareils perceurs nommés perforatrices, imaginés par Bartlett en 1855, modifiés et améliorés par le célèbre Sommeiller en 1857, se sont beaucoup multipliés et perfectionnés, et on compte aujourd'hui 20 ou 25 systèmes différents de ces appareils.

La petite galerie d'avancement, ou de *direction*, doit-elle être percée dans *le bas* ou dans *le haut* de la grande section? Les deux méthodes ont leurs partisans plus ou moins exclusifs.

Le souterrain du Mont-Cenis a été commencé par le

bas; le tunnel américain du Hoosac a été percé par les deux systèmes; M. Favre a préféré percer le souterrain du Gothard par le haut; en outre, il emploie la perforation mécanique soit pour avancer la galerie de direction, soit pour d'autres attaques à des étages inférieurs. La vitesse avec laquelle les travaux progressent démontre, à ce qu'il semble, l'excellence de sa méthode[1].

On perce donc au Gothard une première galerie d'avancement large et haute d'environ deux mètres et demi, ou ayant une section de six à sept mètres carrés.

Comme le tunnel entier sera voûté, il faut excaver en plus la place des maçonneries, en sorte que la galerie d'avancement a son toit à $6^m,50$ ou 7^m au-dessus de la base future des voies de fer.

On comprend que, dans un travail de percement avec emploi de poudre, ou de dynamite, les nombreux chantiers où la roche est excavée par explosion ne peuvent être très-rapprochés sous peine de perpétuels dangers pour les sous-ingénieurs et les ouvriers.

On excave donc par parties séparées et placées aux distances nécessaires pour la sécurité des hommes et des appareils.

Le fond de la galerie d'avancement s'appelle *front de taille*, ou *la tête*. A 200 ou 250 mètres en arrière du front

[1] L'éminent ingénieur du Hauenstein et d'autres tunnels, M. J. Kauffmann, a publié en 1875 un mémoire sur les résultats comparés de ces deux modes de percement dans les roches analogues à celles du Gothard; il démontre par un ensemble de faits irrécusables la supériorité de la méthode adoptée par M. Favre. Nous engageons vivement ceux que ce sujet intéresse à se procurer ce remarquable et consciencieux travail, publié en allemand et en français, et qui se trouve dans la librairie Orell, Füsli et Ce, à Zurich. Il est intitulé : *Le percement du Gothard, 1875.*

de taille, on abat à droite et à gauche les segments où sera placée la voûte ; ces deux attaques s'appellent les *abattages*.

A 200 ou 300 mètres en arrière des abattages, s'ouvre un fossé, appellé *Cunette du Strosse*, qui descend jusqu'au sol du tunnel, c'est-à-dire à un niveau inférieur de 4 ou 5 mètres au sol de la galerie d'avancement; sa largeur est environ 3 mètres.

En arrière de la tête de la cunette, on excave les parties latérales qui s'appellent *strosse*, et quand le strosse est excavé, on a la section entière ouverte et on achève les maçonneries (voir la planche).

Les abattages et la galerie d'avancement ont leur petit chemin de fer spécial ; on établit une seconde voie de fer au sol de la cunette.

De nombreux wagons circulent incessamment sur ces chemins de fer, amenant des outils, des provisions de matériaux, et emmenant les déblais pour les transporter à distance au dehors.

Un axiome incontesté jusqu'à ce jour, c'est que *plus la galerie d'avancement progresse vite, plus on pourra achever rapidement l'ensemble du tunnel.*

En effet, au front de taille, la roche encaissée de toute part résiste davantage à l'explosion, et surtout on ne peut accumuler là que peu de perforatrices et peu d'hommes, tandis que pour élargir, on peut mettre plus de machines et incomparablement plus d'ouvriers.

Les progrès réalisés au front de taille par M. Favre et ses ingénieurs peuvent, sans aucune exagération, être taxés de *merveilleux*, surtout si on les compare à ce qui a été fait jusqu'ici dans des roches de nature analogue.

Cet avancement progressera-t-il encore ? on est bien

en droit de le croire, puisqu'au Mont-Cenis la marche progressive de la petite galerie a continué jusqu'à la fin. Pour les dernières années 1868, 1869, 1870, le front de taille avait avancé de 1320, 1431, 1635 mètres.

De ce dernier chiffre nous déduisons le nombre de 409 mètres, comme étant, pour la galerie du Fréjus, l'avancement maximum pour *un trimestre* pendant les treize années du percement.

Au Mont-Hoosac (Massachussets), malgré l'emploi de la nytroglycérine et des perforatrices à action plus rapide que celles du Mont-Cenis, les avancements *trimestriels* des dernières années ont été pour l'ensemble des deux têtes additionnées : 207 mètres en 1870, 238 mètres en 1871, 237 mètres en 1873.

Voici maintenant les chiffres d'avancement des cinq derniers trimestres du Gothard :

	Gœschenen	Airolo	Ensemble
	m	m	m
Du 1er juillet au 1er octobre 1874	321,60	174,10	495,70
Du 1er oct. 1874 au 1er janv. 1875	283,60	243,30	526,90
Du 1er janvier au 1er avril 1875	267,90	289,10	557,00
Du 1er avril au 1er juillet 1875	312,10	344,20	656,30
Du 1er juillet au 1er octobre 1875	360,90	326,20	687,10

Des prophètes avaient annoncé que M. Favre, entravé par la dureté excessive des roches et par une quantité d'eau bien supérieure à celle rencontrée au Fréjus et au Mont-Hoosac, ne pourrait en aucun cas dépasser une moyenne de 3 mètres par jour et par front de taille, soit 550 mètres, au maximum et en tout, par trimestre. Dans les trois derniers trimestres, ce maximum s'est changé en minimum. Les deux derniers ont donné $3^m,60$ et $3^m,80$ d'avancement moyen quotidien à chaque tête.

Dans cette période il y a eu des jours perdus, soit pour vérification de direction par la Compagnie, soit par la grève momentanée de Göschenen.

Malgré cet éminent succès, la malveillance ne s'est pas tue. On prédit de nouveau que le tunnel ne sera pas achevé en huit ans, le cube total extrait étant insuffisant, etc., etc.

Remarquons d'abord que ce n'est pas *huit ans*, mais *neuf ans* qui sont concédés par les traités, *avec d'énormes amendes il est vrai;* mais cette limite n'en est que plus respectable pour tout homme sensé, et certes quand un entrepreneur fait gagner à une Compagnie 15 millions, il a droit à tous les égards et à une extrême bienveillance de la part de ceux qui représentent cette Compagnie, et de tous les hommes du métier; en face surtout d'un succès qui est déjà un grand honneur pour la Suisse.

Il est évident que les progrès, dans des travaux sans précédents et où toutes les difficultés semblent accumulées, doivent s'acheter par des essais, des études et des améliorations successives, et que la totalité de ces progrès ne s'improvise pas en quelques mois, ni même en une seule année. Les travaux du Mont-Cenis, où la dépense comptait peu et où le kilomètre d'avancement était payé le double qu'au Gothard, l'ont bien prouvé, puisque jusqu'aux dernières années du percement les ingénieurs et entrepreneurs du Fréjus ont obtenu des améliorations, soit aux machines, soit dans l'organisation des travaux.

M. Favre a dû se préoccuper *avant tout* de faire progresser le front de taille. En trois années il a réussi au delà de toute espérance, grâce à son activité, à son énergie, à son esprit ingénieux et à d'énormes sacrifices.

Aujourd'hui on lui conteste que les élargissements

puissent également progresser. Espérons que, sur ce chapitre aussi, quand les améliorations en cours, et celles projetées, auront eu le temps de se compléter, l'expérience prouvera que les chicanes faites à l'habile entrepreneur étaient prématurées et injustes.

§ II. Dérivations et moteurs.

Les éléments de progrès dans le percement de très-longs tunnels reposent essentiellement sur l'emploi des machines et d'une force motrice considérable.

Cette force se transmet par l'air comprimé qui actionne les perforatrices et aère en même temps les profondeurs du tunnel.

Pour obtenir cette puissance, il faut des chutes d'eau, des moteurs et des appareils de compression. C'est donc des dérivations et des moteurs que nous parlerons en premier lieu, puis des compresseurs d'air et enfin des machines que cet air met en mouvement.

Chutes d'eau et moteurs.

Du côté sud du tunnel, on peut utiliser le Tessin ou la Tremola ; ce dernier torrent, qui descend du lac Sella, au-dessus de l'hospice, a une eau moins troublée et une pente de 20 pour 100, avantages qui devaient le faire préférer.

D'après des jaugeages antérieurs, on calculait que son volume d'eau minimum serait de trois ou quatre cents litres par seconde ; pour utiliser le mieux possible ce faible volume, il fallait obtenir un maximum de chute ; en conséquence, la hauteur de charge du réservoir supérieur aux turbines a été portée à 180 mètres ou 18 atmosphères.

La dérivation présentait un ensemble de difficultés en apparence insurmontables ; ce torrent très-encaissé coule dans une gorge où d'énormes avalanches encombrent son lit à peu près chaque hiver. Il est cependant indispensable de pouvoir visiter à volonté le barrage et la prise d'eau, aussi bien que les canaux de dérivation et le réservoir.

M. Favre a eu l'idée ingénieuse de transporter la prise d'eau en un point très-élevé où la Tremola est accessible toute l'année ; de là, par une canalisation de 1000 mètres, il verse cette eau dans le lit d'un torrent secondaire, le Chiasso, plus éloigné des chutes d'avalanches.

Le réservoir dépotoir, qui doit retenir les corps flottants et les graviers, est à côté du lit du Chiasso, sous l'abri d'un rocher isolé.

De ce réservoir, placé à 180 mètres plus haut que les moteurs hydrauliques, l'eau épurée descend par une conduite, de $0^{m},62$ de diamètre et 841 mètres de longueur, formée de tubes en fer très-résistants, jusqu'au bâtiment des moteurs et des compresseurs situé à côté des ateliers.

La chute de 180 mètres est, comme nous l'avons dit, un maximum pour les roues hydrauliques d'une force notable ; les exemples en sont fort rares et elle suppose une grande perfection dans les détails d'exécution.

La commande des quatre turbines, dites *roues tangentielles*, a été confiée à la célèbre maison Escher, Wyss et Ce de Zurich.

Ces turbines sont à axe vertical ; elles ont $1^{m},20$ de diamètre, 100 aubes et font 350 tours environ par minute.

Elles sont fondues d'une seule pièce avec leurs aubes,

et *en bronze*; sous ces pressions excessives, le bronze dure bien plus longtemps que le fer, la fonte de fer et l'acier; le choc de l'eau, sous 18 atmosphères, attaquerait et percerait ces trois derniers métaux au bout de quelques mois de service.

Chacune de ces quatre turbines commande, par un seul engrenage, un arbre moteur horizontal, et tous ces arbres sont placés sur une même ligne et peuvent s'entr'aider; il en résulte une grande sécurité pour la régularité du pouvoir moteur.

Le jeu de ces appareils a été des plus satisfaisants et une seule chose a fait quelquefois défaut, c'est le volume d'eau de la Tremola dans les jours de froid excessif ou de grande sécheresse. Ce volume s'est abaissé pendant de courts intervalles à moins de 100 litres par seconde.

L'action des perforatrices et la ventilation ne devant chômer un seul jour, M. Favre s'est décidé, en 1874, à obtenir du cours du Tessin un supplément de puissance motrice.

Ce torrent en amont d'Airolo semble défier toute dérivation durable; sa pente est faible, et il coule entre des bords escarpés entièrement composés de roches éboulantes le long desquelles, pour surcroît de danger, glissent chaque hiver des avalanches de neiges et de rochers.

On a cependant entrepris ce périlleux travail et il a réussi. Le canal de dérivation peut débiter un mètre cube par seconde; il est en très-grande partie suspendu aux flancs de rochers presque à pic et traverse deux ponts-aqueducs élevés de 25 à 30 mètres au-dessus des torrents Albinasca et Tremola.

Le projet d'élever l'eau du Tessin, par une canalisation longue de sept kilomètres, jusqu'au réservoir de la

Tremola, présentait des difficultés insurmontables. En conséquence, on s'est borné à créer un canal de trois kilomètres et un second réservoir placé à 90 mètres seulement au-dessus des roues tangentielles.

Il y a donc à Airolo deux dérivations et deux réservoirs dépotoirs situés à deux hauteurs de chute, dont l'une est double de l'autre.

Pour deux chutes aussi différentes correspondant à des vitesses dans le rapport de deux à trois, il était convenable de recourir à deux variétés de turbines. Cette importante addition a été réalisée, d'une manière rationnelle et remarquablement heureuse, en plaçant, sur chaque arbre des roues tangentielles, une seconde turbine de dimension différente calculée pour cette chute de l'eau du Tessin.

Ces quatres nouvelles turbines du système Girard ont chacune leur prise d'eau et leur vanne spéciales; elles ont été construites et mises en place par la maison Escher, Wyss et Cie.

Cette addition réalise un ensemble très-facile à régler et assure une marche régulière pendant toute l'année.

L'eau de la Tremola, moins chargée de débris et de graviers, est toujours préférée; mais, dès que son débit est au-dessous du volume nécessaire, on ne la fait agir que sur un nombre restreint de roues tangentielles et l'eau du Tessin actionne les moteurs complémentaires. En outre, si la conduite de 18 atmosphères avait une rupture ou une interruption de service quelconque, la conduite du Tessin pourrait y suppléer.

Ce second travail de canalisation, si éminemment remarquable par sa hardiesse et sa judicieuse exécution, a pleinement atteint son but. Son résultat essentiel est de

régulariser et d'accroître en même temps la force motrice à l'embouchure sud du tunnel; on peut maintenant disposer, aux ateliers d'Airolo, d'une puissance égale ou supérieure à mille chevaux.

Du côté de Gœschenen, la vallée est aussi exposée aux avalanches de pierres et de neiges; mais celles-ci, moins fréquentes et moins fortes, durent peu et n'ont d'autre inconvénient sérieux que d'empâter l'eau de la Reuss, et de la transformer pour un ou deux jours en boue neigeuse qui obstrue les grillages et les conduites et occasionne des arrêts que rien ne peut empêcher.

La Reuss, en dessous d'Andermatt, ne s'abaisse presque jamais à moins d'un mètre cube par seconde; sa pente d'environ 10 pour 100 a permis de préparer une chute utile de 85 mètres, en plaçant le barrage à 926 mètres environ en amont de la bouche du tunnel.

Ce barrage et sa prise d'eau ont pu s'effectuer d'une manière remarquablement heureuse par suite de l'habileté de M. Favre à tirer parti des circonstances locales du lit du torrent.

A 130 mètres en aval du barrage, un réservoir dépotoir contenant 100 mètres cubes, divisé en cinq compartiments et trois chambres, sert à faire le départ des sables et graviers et à retenir les corps flottants.

La dernière chambre donne issue à l'eau par une conduite en tôle, ayant $0^m,85$ de diamètre, longue de 800 mètres, qui descend jusqu'au bâtiment des quatre turbines et leur répartit un volume total d'environ douze cents litres par seconde.

Ces quatre turbines sont du système Girard à axe horizontal; leur diamètre est de $2^m,40$; leur vitesse normale de 160 tours.

Elles ont été livrées par la maison B. Roy et Cie, qui est très-réputée pour la construction des turbines.

§ III. Compresseurs d'air.

Le rapport trimestriel N° 5 du Conseil fédéral, publié en 1873, contient des détails sur les compresseurs d'air du Mont-Cenis, et sur leurs effets comparés à ceux des pompes à air adoptées pour le Gothard. Il rappelle que, « dès l'année 1852, M. Colladon avait proposé, dans un mémoire détaillé remis au gouvernement sarde, l'emploi de l'air comprimé pour être substitué aux cables et pour transmettre la force dans le tunnel. Ce mémoire contenait:

« 1° Les résultats de nombreuses expériences qu'il avait faites en 1850, 1851 et 1852, sur la résistance de l'air et du gaz dans des tuyaux de différents diamètres, et sur les modifications essentielles résultant de ces expériences pour les coefficients de résistance selon les diamètres.

« 2° Des calculs d'application au tunnel du Mont-Cenis.

« 3° Quelques détails pratiques sur les pompes à comprimer l'air, sur la transmission de la force, sur son emmagasinement, sur l'air comprimé utilisé pour les injections d'eau, et sur les moyens de recueillir le travail au fond du tunnel pour mettre en mouvement les outils perceurs.

« Dans ce mémoire, M. Colladon proposait d'utiliser les chutes d'eau au moyen de turbines; il indiquait la possibilité de rafraîchir les pompes comprimantes par une enveloppe d'eau, ou par une injection intérieure, et il parlait aussi des pompes à piston liquide.

« Ces projets, présentés en 1852 pour le percement du Mont-Cenis, mais qui n'y avaient trouvé qu'une application partielle, principalement par l'emploi de l'air com-

primé remplaçant les transmissions par câbles, se trouvent maintenant réalisés en entier pour l'exécution du tunnel du St-Gothard. »

MM. Sommeiller, Grandis et Grattoni, préoccupés de l'idée de faire progresser les trains sur les plans inclinés par l'impulsion de l'air, avaient pris en 1853 un brevet pour un bélier destiné à comprimer l'air. Ces essais avaient été abandonnés lorsque, en 1857, le gouvernement sarde se décida à entreprendre la percée du Mont-Cenis, et en confia l'exécution à MM. Sommeiller, Grandis et Grattoni, dont le bélier paraissait alors la machine la plus avantageuse pour obtenir pratiquement de l'air comprimé,

En conséquence, 20 béliers compresseurs furent commandés pour être distribués près des deux bouches du tunnel. Leur coût total dépassait deux millions.

Les résultats pratiques furent si peu favorables que ces machines restèrent sans emploi à Modane et ne furent utilisées que pendant trois années à Bardonnèche. On leur substitua alors des pompes à double cylindre, de grandes dimensions, renfermant un volume total de deux et demi mètres cubes d'eau servant de piston liquide pour la compression de l'air. Ces pompes furent considérées à cette époque comme une précieuse amélioration.

Un rapport officiel des trois ingénieurs, publié en 1863, constate qu'elles donnaient, avec la même force hydraulique, trois fois plus d'air que les béliers et qu'elles coûtaient un tiers de moins [1].

Il était facile de prévoir que des pompes à mouvement alternatif, dont le piston doit mettre en jeu une masse de

[1] Relazione della Direzione tecnica. Avril 1863, p. 92.

liquide aussi considérable, ne sont pas susceptibles d'oscillations rapides. C'est ce que l'expérience a confirmé pour tous les appareils de compression construits sur ce système. Dès que la vitesse dépasse une limite assez restreinte, une augmentation du travail moteur ne produit presque aucun effet utile quant à la quantité du volume d'air obtenu.

A Bardonnèche ainsi qu'à Modane, on avait dû limiter à *huit* le nombre des révolutions des manivelles qui faisaient agir les bielles des pistons. Par compensation les pompes employées devaient avoir des dimensions excessives.

Au Gothard, comme dans les pays de montagnes, les moteurs hydrauliques les plus convenables à utiliser sont les turbines à révolutions rapides associées à de hautes chutes.

S'il avait fallu appliquer à Gœschenen et à Airolo, pour la compression de l'air, des engins semblables à ceux qui ont fonctionné au Mont-Cenis, on aurait dû interposer, entre les turbines et les pompes, de nombreux et puissants engrenages, pour réduire convenablement la vitesse, d'où seraient résultés une perte de travail, des chances d'accidents, de volumineux appareils de transmission, et surtout un grand excès de dépense.

L'emploi des turbines nécessitait celui de pompes de compression à mouvements rapides, mais il fallait prévenir en même temps le réchauffement de l'air qui aurait entraîné une perte très-notable de l'effet utile.

Le professeur Colladon s'était fait breveter en 1871 pour un système nouveau de pompes de compression d'air, lequel permet de comprimer même à sec, par une action très-rapide, l'air ou les gaz, et d'annuler en même

temps les effets nuisibles du réchauffement. Une pompe de ce système avait été établie, en 1871, pour le compte du chemin de fer de la Haute-Italie; cette pompe, destinée à la compression du gaz d'éclairage sous de hautes pressions pour l'éclairage des trains de nuit, avait marché sans arrêt pendant près d'une année à la vitesse moyenne d'environ 200 coups utiles par minute.

Ce résultat s'obtient par une double combinaison qui refroidit simultanément l'enveloppe de la pompe et ses pièces mobiles; le refroidissement s'achève par une très-petite quantité d'eau injectée à l'état pulvérulent. Le piston et sa tige prolongée à l'arrière du cylindre sont creux; leur intérieur est constamment refroidi par un filet d'eau fraîche amené par un tube placé dans l'axe de la partie creuse de la tige. Cette eau circule dans la cavité du piston et ressort par l'espace compris entre le tube injecteur et les parois de la tige. Ce refroidissement suffit pour les gaz que l'on veut comprimer à sec [1].

Pour les pompes d'un grand volume le refroidissement est complété par de petits injecteurs qui mélangent à l'air de l'eau pulvérulente.

Des pompes de ce système, mises à l'essai dans les ateliers de la Société genevoise de Construction en présence de l'entrepreneur M. Favre, lui firent reconnaître la possibilité d'obtenir avec leur emploi de grands volumes d'air, sous des pressions de 8 ou 9 atmosphères, sans réchauffement nuisible.

Les turbines d'Airolo, fortes de 200 chevaux chacune,

[1] Cette disposition est employée dans les pompes construites par la Société genevoise pour la Compagnie des Chemins de fer de la Haute-Italie et pour le Gouvernement belge pour la compression du gaz riche destiné à éclairer les trains de nuit.

devaient faire 350 révolutions par minute. L'ingénieur-Conseil proposa d'établir des pompes faisant 80 révolutions dans le même temps, et pouvant être actionnées par les roues tangentielles avec l'interposition d'un seul engrenage.

Afin d'égaliser la résistance et de supprimer l'emploi des volants, il conseilla d'accoupler ces pompes par groupes de trois, placées parallèlement sur un même bâtis et de les actionner par un arbre à trois manivelles.

Ce plan fut adopté par l'Entreprise. MM. Escher, Wyss et Ce furent chargés des transmissions et la Société genevoise de Construction de la fourniture de 5 groupes de trois compresseurs chacun pour le côté d'Airolo.

Ces cinq groupes sont placés avec les turbines motrices dans une chambre qui n'a que 35 mètres de longueur sur 8m,50 de largeur. Chaque turbine peut commander indifféremment l'un ou l'autre des groupes voisins ou les faire marcher simultanément [1].

Quatre de ces groupes marchant ensemble peuvent refouler par heure dans le tunnel près de mille mètres cubes d'air à la tension de 7 ou 8 atmosphères, lesquels, avant de se répandre dans le souterrain, peuvent transmettre dans les parties où se fait l'excavation mécanique la puissance de quelques centaines de chevaux. Ce volume, en se détendant, fournit pour l'aération du tunnel environ huit mille mètres cubes sous la pression de l'atmosphère.

La disposition adoptée pour les compresseurs d'air a

[1] Conformément aux conditions posées par l'Ingénieur-Conseil, tous les organes injecteurs sont en nombre double et les diverses pièces des 5 groupes doivent pouvoir s'échanger mutuellement. Il en résulte qu'une même pièce de rechange peut servir indifféremment à l'une ou l'autre des quinze pompes d'Airolo.

Gœschenen ne diffère que dans quelques détails secondaires de celles d'Airolo. Les pompes y sont disposées d'une manière analogue ; elles forment aussi cinq groupes dont chacun est composé de trois compresseurs. Les arbres moteurs à trois manivelles, qui commandent ces groupes, ont une vitesse moyenne de 60 tours par minute. Cette différence de vitesse comparativement à celle des appareils d'Airolo, est compensée par une augmentation du volume des pompes.

Les compresseurs de Gœschenen ont été fournis par MM. Roy et Ce; ils sont construits d'après le système Colladon, et ne diffèrent que par quelques détails dans le mode d'injection des compresseurs que la Société genevoise a fourni pour Airolo.

Dans chacune des deux stations, l'air comprimé est recueilli dans des cylindres en tôle servant de réservoirs. De là il est transporté par un tube continu de 0^{m},20 de diamètre jusqu'à l'extrémité de la cunette. Cet air est ensuite conduit jusqu'aux abattages, et à l'extrémité de la galerie de direction, au moyen de tubes en fer battu de 0^{m},14, puis de 0^{m},10 de diamètre. C'est sur ces conduites que l'on établit des prises d'air pour le jeu des perforatrices au moyen de tubes en caoutchouc de 0^{m},05 de diamètre.

Outre ces prises d'air, il existe en plusieurs points de la conduite principale des robinets d'aérage pour revivifier l'air dans le voisinage des chantiers de travail à l'intérieur du souterrain.

Les pompes du système Colladon fonctionnent au Gothard depuis plus de deux ans, et leur emploi démontre d'une manière irrécusable la possibilité de comprimer de grands volumes d'air sans piston hydraulique jusqu'à des

tensions de 8 atmosphères, ou plus, par des pompes à mouvement rapide, et d'obtenir cet air comprimé à des températures qui ne dépassent que de 12° à 15° centigrades celle de l'air aspiré.

On avait établi au Mont-Cenis, du côté de Bardonnèche, pour la fourniture d'air comprimé, sept roues à augets; chacune d'elles était accouplée à quatre grands cylindres à piston d'eau. Pour loger ces roues et leurs pompes, on a dû construire sept bâtiments distincts ayant chacun une surface de 300 mètres carrés. Ces sept roues hydrauliques et les vingt-huit cylindres compresseurs peuvent fournir, par heure, 570 mètres cubes d'air sous la pression de six atmosphères effectives. Cet air, par sa détente, donne pour l'aération environ 4000 mètres cubes à la pression atmosphérique.

Au Gothard, quatre turbines actionnant douze pompes de petit volume à grande vitesse, produisent 1000 mètres cubes par heure, à la tension de sept atmosphères effectives et cet air, en se détendant dans les profondeurs du tunnel, fournit 8000 mètres cubes à la pression de l'atmosphère.

Ces turbines et leurs compresseurs sont largement logés dans un seul bâtiment qui n'a que 350 mètres carrés de surface.

En résumé, les pompes à grande vitesse du système Colladon, actionnées par 4 turbines, donnent au Gothard deux fois plus de puissance en air comprimé que les appareils installés au Mont-Cenis, avec une dépense environ trois fois moindre et un emplacement 5 ou 6 fois plus réduit [1].

[1] D'après un devis comparatif daté du 9 décembre 1872 et présenté à l'entreprise par MM. B. Roy et Ce, ces constructeurs demandaient

Quant aux béliers installés anciennement au Mont-Cenis, il faudrait *quatre-vingts* de ces appareils pour équivaloir à quatre turbines et douze pompes comme celles du Gothard.

§ IV. Aération du tunnel.

Le nombre moyen des ouvriers qui travaillent d'un côté du tunnel, en même temps, est de quatre cents.

Chacun d'eux est, en général, pourvu d'une lampe et chaque lampe exige un renouvellement d'air égal à celui nécessaire pour un ouvrier. En moyenne il faut treize mètres cubes d'air frais par heure pour un ouvrier et sa lampe, soit cinq mille deux cents mètres cubes par heure pour 400 ouvriers et leur éclairage.

La quantité moyenne de dynamite consommée par 24 heures, à chaque bouche du souterrain, est estimée à 300 kilogrammes, soit en moyenne à douze et demi kilogrammes par heure. Il convient, pour un bon aérage, de donner cent mètres cubes d'air à la suite de chaque explosion d'un kilogramme de dynamite, ce qui correspond à une moyenne de 1250 mètres cubes par heure.

Il s'agit donc d'introduire, de chaque côté du tunnel et par heure, *six mille quatre cent cinquante mètres cubes* d'air à une atmosphère.

Nous avons vu que, à Airolo comme à Gœschenen, les turbines actionnent quatre groupes et envoient dans le souterrain l'équivalent de *huit mille mètres cubes* sous la pression atmosphérique.

pour des pompes à piston d'eau fournissant quatre mètres cubes à huit atmosphères par minute, un prix de cent quarante pour cent plus élevé que pour des pompes du système Colladon ayant le même pouvoir.

Ce volume serait plus que suffisant si l'air frais expulsait à mesure l'air partiellement vicié. Cet effet se produit d'une manière satisfaisante dans la galerie de direction et aux abattages; mais à mesure que les excavations s'élargissent, il se produit des remous et l'air vicié reste en arrière, dans les cavités ou sous la voûte, tandis que l'air frais s'échappe en partie au dehors.

Afin de remédier à cette expulsion imparfaite, l'entrepreneur s'est décidé à placer, à chaque bout du tunnel, un puissant système d'aspiration qui se prolonge jusqu'aux extrémités de la voûte par un tube continu de $1^{m},30$ de diamètre suspendu sous l'intrados.

Cet appareil est composé de deux cloches conjugées, suspendues aux extrémités d'un balancier, et qui reçoivent un mouvement alternatif d'ascension et de descente par le jeu de deux machines à colonne d'eau. Chaque cloche plonge dans une cuve annulaire pleine d'eau ; la partie centrale de cette cuve est fermée par un diaphragme immobile muni de soupapes, et le fond de chaque cloche est aussi pourvu de clapets qui s'ouvrent en dehors. A chaque ascension, il se fait une aspiration dans toute la longueur du tube suspendu à la voûte, et quand la cloche redescend, l'air aspiré se dégage dans l'atmosphère [1]. Les deux cloches pourront, par dix oscillations doubles du balancier, aspirer 500 mètres cubes par minute, ou 30,000 par heure.

Cet air, aspiré à quelques centaines de mètres du fond du tunnel, doit être remplacé; il le sera en partie par les 8000 mètres fournis par les pompes, tandis que 22,000

[1] MM. Pauwels et Du Bochet avaient établi, en 1825, un système d'aspiration à cloches conjugées dans une des usines à gaz de Paris, pour soutirer le gaz des cornues.

mètres cubes par heure devront arriver du dehors par la grande section déjà achevée du tunnel.

Avec ce puissant aérage, qui sera encore augmenté par de nouvelles pompes, l'intérieur du souterrain du Gothard sera certainement mieux aéré que ne le sont la majorité des travaux de mines.

§ V. Les perforatrices.

Les travaux du Gothard ont donné naissance à des perforatrices nouvelles et à des améliorations importantes dans la construction de ces utiles appareils.

La première perforatrice rationnelle destinée à percer des trous dans la roche dure, par l'emploi de l'air comprimé, a été construite en 1855 par l'ingénieur anglais Th. Bartlett, représentant de M. Brassey, entrepreneur du Chemin de fer Victor-Emmanuel.

Cette machine remarquable fut essayée, en mars 1857, à la Coscia, en présence de la Commission nommée en vue du tunnel du Mont-Cenis.

M. Sommeiller assistait à ces expériences, et la rapide action de cette machine le mit sur la voie d'une perforatrice nouvelle, pour laquelle il se fit breveter, et qui a été employée, exclusivement à toute autre, au percement du tunnel des Alpes Cottiennes.

Lors du traité international pour le Chemin de fer du Gothard, le Gouvernement italien avait mis, comme condition de sa subvention, le rachat par le Gouvernement suisse, ou par la Compagnie exécutrice, de tout l'ancien matériel qui avait servi au percement du Fréjus. Ce rachat a été une des charges imposées à l'entrepreneur, à l'époque de la signature de son traité. M. Favre s'est vu

contraint d'acheter pour son entreprise une centaine de perforatrices du système Sommeiller.

Ce système n'est plus usité ; des perfectionnements et des idées nouvelles ont surgi et ont amené de nombreuses transformations ; on compte aujourd'hui plus de vingt appareils différents pour la perforation des trous de mines dans les roches dures.

Tous ces appareils ont des pièces essentielles analogues, et se composent généralement :

1° D'un *cylindre principal* pour la percussion.

2° D'un *piston percuteur* dont la tige se prolonge et sert de *porte-outil,* parce qu'on fixe à son extrémité le *ciseau, burin,* ou *fleuret,* destiné à percer les trous dans le rocher.

3° D'un *tiroir,* ou *robinet distributeur*, dont le mouvement de va-et-vient dirige alternativement l'air comprimé à l'avant ou à l'arrière du piston.

4° D'organes destinés, soit à faire tourner le piston, sa tige porte-outil et le ciseau perceur, soit à faire avancer le cylindre et ses annexes vers le front de taille pendant les progrès de l'outil.

5° D'un *support, châssis,* ou *cadre rigide,* formé ordinairement de deux barres, ou *longerons,* le long desquels le cylindre et ses annexes peuvent glisser pour se rapprocher du trou en percement. Ce cadre, ou support, destiné à être placé sur un *affût,* doit pouvoir s'incliner en différents sens selon la direction des trous que l'on veut percer.

Le ciseau perceur doit avoir un mouvement rapide et puissant de va-et-vient ; il doit aussi tourner autour de son axe pour ne pas s'engager, *se coincer,* pendant le percement et faire un trou droit et régulier. Le piston et

la tige porte-outil doivent évidemment participer aux mêmes mouvements. Enfin, le cylindre et ses principales annexes doivent avancer, soit à la main, soit automatiquement, vers le front de taille pendant le percement.

La main du mineur qui travaille avec une barre à mine réalise d'une manière admirablement simple ces trois mouvements indispensables, mais la force musculaire d'un homme devient insuffisante quand le percement doit être rapide. Il faut alors recourir à l'emploi des machines, et à celui de l'air comprimé, dans le cas surtout où on veut agir dans les profondeurs d'un souterrain.

A côté de la réalisation des trois mouvements ci-dessus, il existe d'autres éléments de comparaison qui déterminent l'entrepreneur dans le choix d'une perforatrice, tels que : la dépense d'air comprimé pour un certain effet produit, la bonne exécution de l'appareil, le choix des métaux employés à sa construction, le capital d'achat, les frais d'entretien, la manutention plus ou moins facile pour les ouvriers mineurs, le poids de la perforatrice, ses dimensions en longeur et largeur, la profondeur des trous que l'on peut obtenir en une opération sans changer l'outil perceur.

L'entreprise du Gothard a essayé, soit à Genève, soit aux abords du tunnel, plusieurs modèles de perforatrices. A la suite de ces essais, elle s'est limitée à l'emploi de 3 ou 4 modèles qui ont chacun leurs avantages spéciaux ; la variété de ces systèmes ne nuit en aucune manière à la rapidité d'exécution du travail, car l'entreprise exige des constructeurs que chaque perforatrice puisse s'adapter immédiatement aux affûts principaux sur lesquels on doit en placer un certain nombre pour les faire travailler

en commun ; elle exige de plus que leur mode d'emploi soit assez facile et simple pour que tout mineur puisse les faire agir après un très-court apprentissage.

M. Favre a ainsi maintenu le champ libre pour des perfectionnements utiles, tout en évitant les difficultés qui pouvaient provenir de la variété des appareils. L'expérience démontre que ce mode de faire est préférable à celui qui avait prévalu aux travaux du Mont-Cenis.

Aussitôt après la signature du contrat, l'entrepreneur s'était décidé à faire en Belgique l'achat de deux compresseurs à vapeur et à colonne d'eau provisoires qui furent placés aux extrémités nord et sud du tunnel. Il traita en même temps avec les constructeurs Dubois et François pour la livraison d'un nombre restreint de perforatrices de leur système.

Ces perforatrices ont des points de ressemblance avec celles du Mont-Cenis, mais elles en diffèrent par plusieurs organes essentiels.

La machine inventée par Sommeiller est composée, à l'imitation de celle de Bartlett, de deux appareils distincts : un très-petit moteur à air comprimé avec volant à rotation continue, et une perforatrice proprement dite. C'est par l'intermédiaire de ce petit moteur que Sommeiller faisait mouvoir le tiroir distributeur et obtenait la rotation du piston percuteur et la progression du cylindre du côté du rocher.

L'appareil de MM. Dubois et François est plus simple que celui de Sommeiller et dépense moins d'air comprimé à égalité d'effet. Ces constructeurs ont supprimé le petit moteur à air comprimé. Le tiroir distributeur reçoit son mouvement de va-et-vient par l'action alternative de l'air comprimé qui le pousse en deux sens différents à l'aide

de deux petits pistons inégaux, et par l'intervention de la tige porte-outil qui, à chaque retour, ouvre une soupape et détermine l'avancement du tiroir.

La rotation du piston et de l'outil percuteur s'obtient par l'action alternative, sur un levier à deux bras *L*, de deux petits pistons placés aux côtés du cylindre et soulevés tour à tour par l'impulsion de l'air comprimé qui agit sur les deux faces du grand piston percuteur.

Le mouvement oscillatoire du levier *L* produit la rotation du porte-outil au moyen d'une roue à rochet, qui commande le porte-outil, et d'un cliquet dont le mouvement est lié à celui du levier *L*.

L'avancement régulier du système, à mesure que le trou s'approfondit, est commandé par une grosse vis parallèle au cylindre que l'on meut à la main.

Peu de temps après la mise en activité de ces perforatrices, un autre système plus nouveau obtint un grand succès en Angleterre. A la suite de quelques essais faits en Suisse, M. Favre se décida à commander un certain nombre de ces appareils à l'inventeur américain, M. Mac Kean, en posant cependant diverses conditions que celui-ci devait remplir pour que ces machines fussent acceptées.

Ce système de perforatrices anglo-américaines diffère totalement de ceux que nous venons de décrire. La rotation du piston, de sa tige et de l'outil-perceur s'obtient par le va-et-vient du piston, au moyen de deux roues *R* et *R'* à dents hélicoïdales très-inclinées. L'une de ces roues *R* est fixée sur la tige du piston ; l'autre *R'*, qui engraîne avec *R*, est fixée sur un petit arbre spécial *a* ; ce second arbre porte en outre une roue à rochet *r*.

La roue *R* participe au va-et-vient du piston ; la pres-

sion de sa denture hélicoïdale contre celle de la seconde roue R' tendrait à imprimer à celle-ci et à son arbre a un mouvement rotatif oscillatoire en deux sens opposés. Mais la roue à rochet r et son cliquet ne permettent la rotation de la roue R' que dans une seule direction. Il en résulte qu'à chaque retour du piston percuteur, la réaction des dents hélicoïdales de R' contre celles de R oblige cette roue R à tourner d'un certain angle sur son axe, ce qui entraîne la rotation du piston percuteur et celle du ciseau.

Le tiroir de la machine Mac Kean est cylindrique et le mécanisme qui le fait mouvoir est plus simple que dans les appareils Sommeiller et Dubois.

M. Mac Kean a conservé, pour l'avancement du cylindre et de ses accessoires, l'emploi d'une vis parallèle au cylindre moteur. Il a de plus utilisé le mouvement rotatif alternatif de l'arbre du tiroir pour obtenir un avancement automatique au moyen de la vis à laquelle est adaptée une roue à rochet, qu'un cliquet fait tourner d'une ou deux dents à chaque mouvement rotatif du tiroir.

La vitesse de perforation obtenue avec cet appareil dépasse notablement celle que donnent les machines précédemment décrites. Dans les expériences faites en Suisse on a pu obtenir, avec une pression de 4 à 5 atmosphères, un avancement normal de $0^m,10$ à $0^m,12$ par minute dans un bloc de granit d'une grande dureté.

L'appareil entier a moins de longueur et occupe moins de volume que la perforatrice Sommeiller ou celle de Dubois et François. Son poids est aussi moindre, ce qui rend son transport et sa mise en place faciles. Des machines de ce système, fixées sur de petits affûts spéciaux,

ont rendu d'utiles services pour les travaux d'élargissement du tunnel.

Les premiers appareils Mac Kean reçus au Gothard s'adaptaient mal aux grands affûts employés à la galerie de direction, aux abattages et à la cunette. Dans l'année 1875, l'inventeur a surmonté ces difficultés et l'entrepreneur du tunnel s'est décidé à lui faire une nouvelle commande de 60 de ces appareils pour les faire fonctionner du côté d'Airolo.

Un troisième système donne aussi de bons résultats au Gothard; il a été imaginé en 1874 par M. Ferroux, ancien chef d'atelier à Modane.

M. Ferroux a repris, pour sa perforatrice, l'emploi d'une petite machine distincte, abandonnant le mécanisme compliqué qui met en jeu le tiroir distributeur de Sommeiller, il l'a remplacé par un excentrique auquel le petit moteur transmet un mouvement direct de rotation. Le mécanisme pour la rotation de l'outil sur son axe est à peu près le même que dans l'appareil Sommeiller.

Le mode d'avancement progressif de l'appareil percuteur, à mesure que le trou de mine devient plus profond, constitue la partie essentiellement ingénieuse et nouvelle de la perforatrice brevetée de M. Ferroux.

Le cylindre percuteur se prolonge à l'arrière par une tige creuse *T*. Cette tige *T* a deux fonctions : 1° elle sert de conduit à l'air comprimé pour l'indroduire dans la chambre du tiroir distributeur, et 2° elle pousse constamment vers le front de taille le cylindre percuteur, par l'action de l'air comprimé qui presse sur un second piston fixé à l'extrémité de la tige *T*. Ce second piston *P* est renfermé dans un second cylindre placé à l'arrière du cylindre percuteur.

L'appareil percuteur tend donc sans cesse à avancer vers le front de taille, mais il est retenu par un cliquet qui engraîne sur une crémaillère que portent les longerons ; le porte-outil est muni d'un bourrelet qui dégage ce cliquet et permet l'avancement chaque fois que le ciseau a besoin d'avancer. Pour éviter le recul du cylindre percuteur par l'effet du choc, M. Ferroux a placé dans la tige *T* deux petits pistons perpendiculaires aux parois de cette tige et qui, par la pression de l'air comprimé, font arrêt contre les longerons.

Ces machines, employées depuis dix-huit mois au front de taille à Gœschenen, sont préférables à celles de Dubois et François pour la facilité de manœuvre et la vitesse d'avancement ; elles ont cependant deux inconvénients : la longueur totale et le poids de l'appareil sont augmentés par l'adjonction d'un second cylindre, et la dépense d'air est plus considérable que pour les autres perforatrices à cause de l'emploi du petit moteur secondaire.

M. Turrettini, l'intelligent directeur des ateliers de la Société genevoise de Construction, a inventé une perforatrice entièrement nouvelle par la disposition de ses organes et par leur mode d'action.

Cet appareil breveté a son piston composé de deux parties qui se séparent un peu avant le choc du ciseau et donnent au coup plus d'élasticité. C'est le choc même du burin qui détermine le changement de distribution et le retour du porte-outil ; on évite ainsi le grave inconvénient qui se présente souvent dans la plupart des perforatrices, d'un choc imparfait résultant d'un changement anticipé de la distribution.

La rotation du piston et de l'outil perceur, ainsi que le jeu du tiroir, sont obtenus par des combinaisons dont

l'expérience a démontré l'efficacité ainsi que la modération des frais d'entretien.

Enfin, l'avancement progressif automatique du cylindre percuteur le long des longerons, et au besoin son recul, s'obtiennent par un procédé entièrement nouveau. C'est en utilisant le principe de la réaction de l'air comprimé, que l'inventeur obtient à volonté l'un ou l'autre de ces effets par le seul jeu d'un robinet. Un levier actionné par cet air comprimé donne à l'appareil, dans chaque position, la stabilité voulue pour résister au choc.

Les mécanismes pour l'avancement automatique du cylindre percuteur sur les longerons, ont été l'écueil de la plupart des appareils inventés depuis le percement du Mont-Cenis.

Les uns donnent un avancement qui n'est pas proportionnel aux progrès de l'outil perceur ; les autres utilisent des pièces délicates exposées à de fréquentes réparations.

Le mouvement automatique imaginé par M. Turrettini laisse bien peu à désirer ; il suit exactement les progrès du ciseau et le mécanisme qui le produit agit sans choc et présente une remarquable simplicité.

Si l'appareil, muni de son burin, est reculé sur ses longerons jusqu'à une distance quelconque du front de taille, au moment où on ouvre le robinet de l'air comprimé, le cylindre percuteur avance rapidement de lui-même jusqu'à ce que le ciseau atteigne le rocher et, à partir de ce moment, il continue à cheminer en avant d'une quantité exactement égale aux progrès de l'outil perceur.

Cette machine de peu de volume a moins de longueur et pèse moins que les perforatrices Dubois et François, ou Ferroux. Sa consommation d'air est aussi diminuée pour

un même travail d'aprofondissement. Elle est sans doute destinée à un succès d'avenir, puisqu'elle a pu lutter dès les premiers essais avec les meilleurs modèles.

Des perforatrices de ce nouveau système, mises en action au Gothard pendant l'été de 1875, ont travaillé concurremment avec les trois systèmes précédemment décrits et le bon résultat de ces essais a décidé l'entrepreneur à commander à la Société genevoise de Construction trente-deux autres perforatrices du système Turrettini livrables à bref délai [1].

Les trous percés mécaniquement ont en général une profondeur de $1^m,10$. Le nombre de ceux que l'on perce au front de taille de la galerie d'avancement, dont la surface égale six, ou six et demi mètres carrés, varie avec la nature et la dureté de la pierre ; il est généralement compris entre seize et vingt-six.

Quand les trous sont percés, on recule l'affût à 60 ou 80 mètres ; on charge les trous à la dynamite, et on les fait explosionner en deux ou trois temps successifs. L'enlèvement des déblais se fait à la main ou au panier, et on les met dans de petits wagons qui les transportent au-dessus de la cunette. Là on vide, au moyen de couloirs, ces petits wagons dans de plus grands qui stationnent au bas de la cunette ; une locomotive à air comprimé em-

[1] L'avancement automatique a une haute importance pour la perforation mécanique, surtout lorsqu'elle s'opère dans des espaces restreints comme aux fronts de taille d'un souterrain. Ainsi, au Gothard, les grands affûts pour la perforation portent six ou sept perforatrices pour chacune desquelles il faut trois ouvriers employés au transport et au changement des fleurets, au maintien de leur direction, à l'arrosement des trous, à préparer une nouvelle attaque, etc.

Un bon avancement automatique économise l'emploi d'autres ouvriers destinés à opérer à la main l'avancement des cylindres percuteurs, et cet avancement n'en est que mieux réglé.

mène ensuite dix ou douze voitures chargées jusqu'au dehors du tunnel, à l'endroit où se versent les déblais.

§ VI. Locomotives a air comprimé.

Les travaux de transports occupent, à chaque extrémité du tunnel, deux locomotives à air comprimé. L'une, ancienne, est formée d'une locomotive ordinaire de la force de douze chevaux, alimentée d'air comprimé par un réservoir cylindrique du volume de seize mètres cubes porté sur deux trucs attelés à la locomotive ; ce réservoir s'alimente par une prise d'air sur la conduite principale d'air comprimé. L'autre locomotive, d'un emploi récent, a été fabriquée au Creusot ; elle n'a pas de tender et se compose d'un réservoir de sept mètres cubes pouvant résister à 14 atmosphères. A ce réservoir sont fixés deux cylindres moteurs qui marchent à une pression moyenne de 5 atmosphères. La distribution d'air comprimé est réglée par un appareil automatique inventé par M. Ribourt, ingénieur employé au Gothard et ancien élève de l'École Centrale. Ce mécanisme remplit parfaitement son but.

Pour obtenir une provision régulière d'air comprimé à 14 atmosphères, M. Favre a fait établir des réservoirs spéciaux et a commandé, en 1875, à la Société genevoise de Construction, huit compresseurs du système Colladon pouvant comprimer chacun, sans réchauffement valable, douze mètres cubes d'air atmosphérique par minute et les porter à la pression de 14 atmosphères. Quatre de ces appareils fonctionnent à Airolo et quatre à Göschenen. Ils sont établis dans la chambre où se trouvent réunis les quatre moteurs hydrauliques et les cinq groupes de compresseurs, et ils sont actionnés par les arbres moteurs de ces quatre turbines.

CONCLUSION

Avant de terminer cette description abrégée des nombreux et puissants appareils établis au Gothard, et des travaux en cours d'exécution, je dois rendre un légitime hommage à l'intelligence, à l'activité et à l'énergie de l'éminent entrepreneur ainsi qu'au zèle de ceux qui le secondent.

Quand on se reporte à la fin de l'année 1872, où tout était obstacles, difficultés impossibles à prévoir ou à prévenir, à l'accumulation des devoirs et des choses à combiner et à accomplir, on ne peut qu'admirer cet état présent réalisé en moins de trois années.

Les difficultés locales et physiques au Gothard ont été exceptionnellement graves ; celles pour les dérivations des torrents et la création des forces motrices en sont un exemple. Ce n'est qu'en voyant ces hardis travaux, surtout en hiver, les falaises presque à pic de rochers qui se délitent, exposées aux éboulis de rocs et à de fréquentes avalanches, qu'on peut se rendre un juste compte des obstacles presque insurmontables pour la canalisation du côté sud.

Aux difficultés du climat, de la localité, des grands amas de neige, se sont ajoutés, dans le souterrain d'Airolo, des incidents de force majeure d'une excessive gravité : ceux occasionnés par la nature variable du terrain à percer, les nombreuses failles d'où sortaient du limon et des graviers qui affluaient subitement dans la galerie, et surtout par des infiltrations dont le volume et la violence sont reconnus un fait extraordinaire.

Les cataractes s'échappant de la voûteet des flancs de

la partie sud du tunnel qui n'a qu'un millième de pente, ont transformé, pendant près de dix-huit mois, le souterrain d'avancement, les abattages et la cunette, en une rivière au fond de laquelle il fallait chercher les déblais, poser et maintenir la voie, et travailler aux percements inférieurs.

Deux ou trois citations feront apprécier la grandeur de cet obstacle.

Au Mont-Cenis, le maximum des infiltrations, à l'une et l'autre bouche, n'a pas dépassé *un* litre par seconde.

Au Mont-Hoosac, d'après les rapports officiels, on a considéré comme un grave obstacle, qui a notablement nui à la rapidité d'exécution et augmenté la dépense, un volume d'infiltrations de *dix-huit* litres par seconde [1].

Dans le premier rapport publié par la Direction et l'Administration de la Compagnie du chemin de fer du Gothard (page 44), en parlant des infiltrations du sud du tunnel qui s'élevaient à cette époque de *quinze* à *trente* litres par seconde, l'honorable rapporteur appelle cette afflux : « un petit torrent et un débit d'eau de proportion extraordinaire. »

Ce petit torrent est devenu quelques mois plus tard une rivière jaugeant *deux cents* à *deux cent trente* litres par seconde, *huit cent mille litres par heure,* dans une galerie ayant moins de sept mètres carrés !

Que d'énergie n'a-t-il pas fallu pour lutter plus d'une année contre un pareil obstacle et avancer cependant de près de deux mètres par jour.

[1] Rapports annuels du Président de l'État du Massachussets au Sénat sur les travaux du chemin de fer Troy et Greenfield et le tunnel Hoosac, 1872, 1873, 1874.

LE SOLEIL

Par le Rév. Père ANGELO SECCHI
Directeur de l'Observatoire du Collége Romain.

Nous devons annoncer ici la publication de la première partie de la seconde édition de l'ouvrage du Père Secchi sur le soleil[1], publié en français, et en donner une rapide analyse.

Après deux *Introductions,* mises en tête de chacune des éditions de l'ouvrage, le savant auteur consacre cette première partie à la *Structure du Soleil,* et la subdivise en quatre Livres.

Le premier Livre a pour titre : *Notions générales des phénomènes solaires.* Il contient trois chapitres, relatifs à l'aspect général du soleil, aux lois fondamentales du mouvement des taches et aux nouvelles méthodes d'observation. Il est évident que, ne pouvant entrer ici dans de grands détails, nous devons nous borner à signaler quelques points spéciaux qui nous paraissent particulièrement dignes d'intérêt.

Les Chinois ont devancé les Européens dans la constatation de l'existence très-fréquente de taches sur le dis-

[1] Seconde édition revue et augmentée ; première partie, 1 volume gr. 8°, de XX et 428 pages, avec de nombreuses figures Paris, 1875, librairie et imprimerie Gauthier-Villars.

que du soleil, d'après un mémoire de M. Williams, inséré dans le 33me volume des *Monthly Notices* de la Société astronomique de Londres. En Europe, dès le mois de décembre 1610, Jean Fabricius réussit à voir une de ces taches considérable et à étudier son mouvement, mais son observation ne fut publiée que plus tard. Galilée et le Père Scheiner en observèrent, avec des lunettes, dès les premiers mois de 1611, et la première publication sur ce sujet a été faite par ce dernier, en décembre de cette même année.

Quelque instructif que soit ce premier Livre, soit sous le rapport des phénomènes et des conclusions qu'on peut en tirer, soit sous le rapport des instruments à employer, nous ne nous y arrêterons pas.

Le second, qui a pour objet l'*examen de la surface du soleil,* nous paraît plus intéressant, par l'examen approfondi et détaillé qu'il renferme de la forme des taches, de leurs mouvements et de tout ce qui les caractérise, ainsi que des théories émises sur leur nature.

Cet examen est accompagné d'un très-grand nombre de belles figures, insérées dans le texte, et résultant en général des observations et des dessins du Père Secchi lui-même, faits à l'aide de puissants instruments. Ne pouvant malheureusement pas entrer ici dans les détails, nous nous bornerons à citer quelques-unes des conclusions que l'auteur en tire.

Les taches sont des cavités dans la photosphère solaire. Les phénomènes qu'elles présentent ne peuvent avoir pour siége un corps solide ; ils se produisent dans une masse fluide, dont la fluidité est analogue à celle des gaz ; la constitution de ce milieu doit être comparée à celle des flammes ou des nuages. Dans les taches, ce n'est

pas la masse obscure qui envahit la matière lumineuse, c'est au contraire la matière lumineuse qui se précipite dans les régions obscures ; souvent même la masse brillante semble surnager au-dessus des masses plus sombres qui constituent le noyau. Les apparences que présente la pénombre peuvent être produites, soit par des courants isolés, soit par des voiles légers et continus. Ces deux éléments se trouvent ordinairement réunis ensemble.

L'auteur s'occupe de l'intérieur des taches, de la variabilité des noyaux, des voiles roses qui y apparaissent parfois et dont il présente plusieurs figures. Les taches, dit-il encore dans ses conclusions, sont le résultat de grands bouleversements qui s'accomplissent dans la masse du soleil, et d'où résultent à sa surface extérieure des soulèvements et des dépressions ; ces dépressions forment dans la photosphère des cavités plus ou moins régulières, environnées d'un bourrelet vif et saillant. La profondeur de ces cavités est à peine égale au tiers du rayon terrestre et ne dépasse jamais un de ces rayons, soit 6377 kilomètres. Ces cavités ne sont pas vides ; la résistance qu'elles opposent à la marche des courants lumineux prouve qu'elles sont remplies de vapeurs plus ou moins transparentes. L'existence d'un noyau solide et obscur au centre du soleil (admise par Sir W. Herschell) n'est, d'après le Père Secchi, qu'une hypothèse. Les apparences des taches peuvent, selon lui, s'expliquer par la simple interposition d'une masse vaporeuse entre la photosphère et l'observateur. La couche lumineuse peut exister au-dessous des taches, et il est impossible de dire jusqu'à quelle profondeur elle s'étend. Il n'y a, dans la partie noire des taches, qu'un petit nombre de

fragments de matière obscure, détachés et isolés, plongés dans les cavités de la photosphère, qui cherche à les envahir et à les recouvrir complétement. On reconnaît aussi un mouvement allant de l'intérieur à l'extérieur, qui se manifeste par le soulèvement et la projection de la matière lumineuse, sous forme de facule, à l'extérieur des taches.

Le second Livre de l'ouvrage du Père Secchi comprend sept chapitres fort intéressants : l'un d'eux, le cinquième, est relatif aux mouvements généraux des taches et à la détermination de la durée de la rotation du soleil qui en résulte. Cette durée est bien, en moyenne, d'environ 25 jours et un quart, d'après les recherches récentes de MM. Carrington et Spœrer, mais il y a une grande variabilité dans les mouvements des taches qui servent à la déterminer. Le chapitre six a pour objet l'étude du mouvement propre des taches. L'auteur entre à ce sujet dans de grands détails, soit d'après ses propres recherches, soit d'après celles d'autres astronomes. Nous devons nous borner, comme précédemment, à une mention succincte des résumés qui terminent ce chapitre.

La couche photosphérique, dans laquelle se passent tous les phénomènes des taches, est mobile comme les nuages qui flottent dans notre atmosphère. Quelle est l'épaisseur de cette couche mobile? Cette fluidité s'étend-elle au corps solaire tout entier ? Le noyau est-il liquide ou gazeux ? Le Père Secchi avait hasardé, dès le mois de janvier 1864, dans son *Bulletin météorologique*, l'hypothèse de l'état gazeux du soleil, et il remarque que, sous l'énorme pression qui doit exister dans l'intérieur de cet astre, la constitution des gaz peut être très-différente

de celle qu'ils ont sur la terre. Mais il reconnaît qu'il est maintenant, impossible de résoudre ces questions.

Les connaissances, dit-il, que nous avons acquises nous permettent de diviser les mouvements des taches en trois catégories. La première comprend' tous les mouvements généraux, et à ce point de vue le résultat le plus important est l'inégalité des rotations sur les divers parallèles; la vitesse angulaire est à son *maximum* à l'équateur, et elle diminue lorsque la latitude augmente. La seconde catégorie comprend les mouvements apparents dus à la parallaxe de profondeur et à la réfraction [1]. La troisième contient tous les mouvements irréguliers et extraordinaires dépendants des causes même qui produisent les taches, causes encore bien obscures et qui resteront longtemps inconnues.

On ne peut expliquer les mouvements systématiques des taches par des courants analogues à nos vents alisés... L'hypothèse la plus simple est celle de la contraction due au refroidissement; c'est celle qui explique le plus grand nombre de phénomènes, et en particulier le mouvement plus rapide que possède à l'équateur la couche superficielle....... Mais des causes générales et permanentes ne suffisent pas pour expliquer des phénomènes aussi variés et aussi capricieux.

Le chapitre 7 du second Livre a pour objet les variations séculaires des taches.

Après avoir passé en revue les principaux observateurs de taches depuis leur découverte, le Père Secchi parle de la périodicité reconnue par M. Schwabe de Des-

[1] M. Faye a appelé *parallaxe de profondeur* le déplacement, apparent pour l'observateur, du fond d'une tache située près du bord du disque du soleil.

sau, dans le nombre des taches, d'après la longue série d'observations journalières qu'il en a faites depuis 1826, et des études considérables de M. le professeur Rodolphe Wolf de Zurich sur le même sujet, qui l'ont amené à constater 1° une période moyenne de 11 ans $^1/_9$, comprise entre chaque *maximum* ou *minimum* de taches, soumise toutefois à quelques irrégularités ; 2° une période plus longue, de 55 ans et demi, relative au même phénomène. L'auteur parle aussi des grands travaux modernes sur ce sujet, provenant des observations faites à Kew, et consignés dans les mémoires publiés par MM. W. de la Rue, Balfourt-Stewart et Benjamin Lœvy dans les *Transactions philosophiques* de 1865 à 1870.

La cause de la périodicité des taches n'est pas bien connue encore. Galilée avait déjà présumé qu'il y avait une relation de dépendance entre les taches et la position des planètes. M. Wolf pense que leur attraction produit à la surface du soleil de véritables marées donnant naissance aux taches, et il attribue spécialement cette influence à Mercure, Vénus et Jupiter. D'après les recherches de M. de la Rue, ce seraient surtout les deux premières de ces planètes qui en auraient.

Le Livre 3 du volume que nous analysons a pour titre : *De l'atmosphère solaire.* Il comprend, en une centaine de pages, quatre chapitres d'un haut intérêt. L'auteur avait déjà indiqué, dans les livres précédents, qu'on devait admettre l'existence d'une atmosphère gazeuse et transparente, enveloppant le soleil. Il fait voir, dans le premier chapitre de celui-ci, que cette atmosphère exerce une absorption positive sur les radiations lumineuses, chimiques et calorifiques émanant de cet astre, en diminuant notablement leur effet vers ses bords, où la couche atmo-

sphérique à traverser par ces rayons est plus épaisse que vers le centre du disque. Sans cette absorption, dit-il, le soleil serait, comme la lune, uniformément lumineux sur toute sa surface ; on peut même dire que les bords seraient plus brillants que le centre, à cause des granulations de la surface qui disparaissent près des bords. Il y a aussi de grandes différences entre les radiations chimiques émanant des différents points du disque. Le Père Secchi a constaté ce fait, en fixant sur des plaques daguerriennes plusieurs phases de l'éclipse de 1851. Dans ces épreuves, le bord intérieur du croissant était bien tranché, tandis qu'on pouvait à peine définir la limite extérieure du corps solaire.

Des expériences délicates faites par lui, dès 1852, à l'aide d'une pile thermo-électrique, ont prouvé que la température, comme la lumière, diminue dans la radiation du disque solaire, du centre à la circonférence. Les régions équatoriales sont celles qui donnent le plus de chaleur, et l'hémisphère nord un peu plus que l'hémisphère sud. Au centre du disque, perpendiculairement à la surface de la photosphère, l'absorption de l'atmosphère solaire arrête environ les $^2/_3$ de la radiation, et l'action totale de cette enveloppe ne laisse sortir que les $^{12}/_{100}$ de la radiation totale; de sorte que si le soleil était dépouillé de cette atmosphère, il nous paraîtrait huit fois plus chaud et plus brillant. Cette influence absorbante a l'avantage d'empêcher une dispersion trop grande et trop rapide de la chaleur solaire.

Les trois derniers chapitres de ce Livre constituent une partie importante de l'ouvrage du Père Secchi, où il a exposé successivement en détail et à l'aide de nombreuses figures : d'abord les premiers travaux sur l'analyse de la

lumière solaire par le prisme, dus au Père Grimaldi, à Newton, à Wollaston et à Fraunhofer ; puis la description des divers spectroscopes dont on se sert actuellement. Il est entré ensuite dans l'analyse circonstanciée du spectre solaire, d'après les beaux travaux de Kirchhoff, Thalen, Hofmann, Angström, Vander Willingen et Cornu, en présentant dans des planches à part, formant un commencement d'atlas, les spectres obtenus par quelques observateurs, et surtout le grand spectre normal de M. Angström, complété dans la partie ultra-violette par M. Cornu.

Notre auteur, entrant ensuite dans l'exposition générale de la théorie des spectres lumineux, a parlé successivement de la comparaison de la lumière solaire avec les autres lumières, des spectres d'absorption et du renversement des spectres.

Ne pouvant évidemment pas entrer ici dans les détails, quelqu'intéressants qu'ils soient, nous nous bornerons à citer quelques fragments du dernier chapitre de ce troisième Livre, où le Père Secchi fait l'application des principes qu'il a établis précédemment à l'étude de la constitution solaire.

Il commence par exposer l'explication donnée par M. Kirchhof des raies noires du spectre solaire, en admettant que l'atmosphère du soleil contient des vapeurs métalliques, et que ces vapeurs, en absorbant certains rayons lumineux, donnent naissance aux lacunes qui constituent les raies de Fraunhofer. La coïncidence parfaite de ces raies noires avec les raies brillantes de nos métaux terrestres volatilisés, sert de démonstration à cette théorie ; elle suppose que l'enveloppe atmosphérique solaire où se trouvent ces métaux, possède une température inférieure à celle de la couche lumineuse qui émet les rayons.

« Nous pouvons affirmer, dit notre auteur page 273, que l'atmosphère qui entoure le soleil contient à l'état de vapeur toutes les substances dont nous voyons les raies renversées, ou noires, dans le spectre solaire : tels sont le sodium, le magnesium, l'hydrogène, le calcium, le baryum, le fer, le titanium, le chrome, le manganèse, le nickel, le cobalt, le cuivre, le zinc, etc..... En observant au spectroscope le bord extrême du soleil et en le projetant sur le fond noir du ciel, ce que nous faisons pendant les éclipses, on a reconnu facilement que les raies noires se renversent et deviennent brillantes. Celles de l'hydrogène sont plus faciles à observer ; on reconnaît ainsi que ce gaz s'élève notablement au-dessus de la photosphère, et qu'il forme une couche continue au-dessus des autres vapeurs métalliques. »

Le Père Secchi s'occupe ensuite de l'analyse spectrale des taches solaires, à laquelle il a beaucoup travaillé lui-même, et dont les résultats, insérés par lui dans divers mémoires, ont été confirmés par les observations de MM. Lockyer, Young et Donati. Nous nous bornerons à en rapporter ici en abrégé les principales déductions (pages 293-296).

Les taches, dit-il, sont des régions caractérisées par un accroissement considérable du pouvoir absorbant, et le renforcement des raies, qui se produit au bord du disque, tient évidemment à la même cause. Auprès du bord l'absorption paraît due à des gaz proprement dits ; dans les taches elle est principalement produite par des vapeurs métalliques..... Ces vapeurs sont disposées dans l'intérieur des taches par ordre de densité, les plus lourdes au fond, les plus légères à la partie supérieure, et au-dessus le gaz hydrogène, formant une couche continue enveloppant le

globe solaire tout entier. Le spectre des taches ne présente point de raie nouvelle. La matière obscure et la matière lumineuse ne sont pas de nature différente. Le noyau noir résulte de l'absorption produite par des vapeurs métalliques transparentes et gazeuses, dans la partie centrale de la tache où les filets de matière lumineuse ne sont pas encore parvenus. Le noyau se recouvre progressivement de cette dernière matière, à moins d'une recrudescence amenant une nouvelle quantité de matière obscure, et la tache finit par disparaître faute d'alimentation.

La difficulté, dit un peu plus loin le Père Secchi, de se faire une idée de l'état physique du soleil, provient de l'ignorance où nous sommes de la température à sa surface, et de la pression que produit son atmosphère. Ces éléments une fois déterminés, on pourrait dire si la photosphère est un gaz incandescent ou un brouillard lumineux.... La spectrométrie est une science encore au berceau ; il faut donc éviter de tirer de ses indications des conclusions précipitées.

Le Livre 4 de l'ouvrage est relatif aux *Éclipses*, et il est non moins curieux et intéressant que le précédent.

Il se compose aussi de quatre chapitres, dont le premier a pour titre : *Phénomènes observés pendant les éclipses.*

L'auteur s'y occupe presque exclusivement des éclipses totales du soleil, qui ont été jadis un sujet de terreur, et qui excitent encore, à ce qu'il dit, une sorte d'effroi chez ceux qui en sont témoins. Il passe rapidement en revue historique les éclipses récentes de ce genre, qui ont donné lieu à de très-importantes observations, à partir de celle de 1842, observée dans le midi de l'Europe

par un grand nombre d'astronomes, entre autres par MM. Arago, Airy et Baily, et où furent surtout signalées de nouveau les protubérances rosées sur le bord du disque obscur de la lune, observées déjà à Gothembourg par Wassénius, en 1733. L'éclipse de 1860 fut totale en Espagne, et y occasionna de nombreuses expéditions astronomiques, dans lesquelles on employa pour la première fois la photographie. Celle de 1868, qui fut totale aux Indes orientales, et dura près de six minutes et demi, fut aussi observée par un grand nombre de savants de divers pays, et y donna lieu à des résultats fort importants. Celle de 1870, totale dans le midi de l'Europe, a excité aussi le zèle d'un grand nombre d'observateurs; M. Janssen a quitté alors, en ballon, Paris assiégé, pour aller l'observer en Algérie. Enfin, celle du 12 décembre 1871, visible aux Indes, y a donné lieu à d'intéressants résultats. Il y en a eu aussi une, observée en Suède en 1851, et d'autres, observées en Amérique en 1853, 1858, 1865, 1867 et 1869. Le Père Secchi ayant observé lui-même celle de 1860 en Espagne et celle de 1870 en Italie, était particulièrement bien placé pour traiter ce sujet.

Nous ne pouvons entrer ici dans les très-intéressants détails qu'il donne sur les phénomènes généraux et les phénomènes physiques qu'on observe dans une éclipse totale. Nous en citerons seulement le fragment suivant, p. 321 :

« Le diamètre solaire paraît plus petit lorsqu'on observe au spectroscope..... Le soleil n'est pas limité par un contour géométrique nettement défini ; sur ses bords il y a une région où la lumière s'éteint rapidement, mais graduellement, et cette région a une étendue de quelques secondes. Une portion de cette bande appartient à la

chromosphère, et la photosphère a un diamètre notablement plus petit..... A la réapparition du soleil, les phénomènes se produisent en sens inverse; mais quelques-uns sont plus faciles à saisir, l'œil n'étant plus, comme au commencement, ébloui par la lumière. On distingue plus nettement le bord dentelé, de couleur rose, qui environne le disque; on peut même continuer à voir les protubérances et la couronne quelques instants après la réapparition du soleil. En 1860, M. de la Rue put voir une protubérance avant la totalité, en regardant le soleil par réflexion sur une glace non étamée; M. Bruhns en vit une deux minutes après que l'éclipse eut cessé d'être totale... Cependant ordinairement, les protubérances ont une lumière beaucoup plus faible que celle de l'enveloppe rose, car elles ne deviennent visibles que quand celle-ci est éclipsée..... Leur couleur est un rouge plus ou moins clair, mélangé d'un violet analogue à celui de la fleur de pêcher. Quelques-unes sont blanches à leur base, et on voit parfois sur leurs bords des nuages jaunes bien marqués. »

Le chapitre second de ce quatrième Livre est relatif à la *Couronne*, ou à l'aurore brillante qui entoure le disque obscur de la lune pendant les éclipses totales de soleil. L'auteur y consacre 61 pages, accompagnées de nombreuses figures insérées dans le texte.

L'éclat de la couronne dépend beaucoup de l'état de l'atmosphère. Sous le beau ciel des Indes, pendant l'éclipse de 1868, sa lumière était très-belle, et à sa clarté on pouvait facilement lire des caractères de moyenne grandeur. On y distingue trois régions bien définies, quoique les lignes de séparation ne soient pas nettement tranchées. La première est une zone très-vive, ayant 3 ou 4 minutes de largeur, possédant la couleur et l'éclat de l'ar-

gent. Autour d'elle s'en trouve une autre, dont la lumière présente une dégradation très-rapide, et dont le bord se confond avec le ciel. Enfin, de la première partent un certain nombre d'aigrettes lumineuses, composées de lignes brillantes entrelacées, et dont la longueur, variable suivant les circonstances, atteint quelquefois le double du diamètre de la lune.

La couronne est parfaitement concentrique au soleil et lui appartient nécessairement, étant beaucoup plus brillante dans la partie où le soleil est plus voisin du bord lunaire. La photographie peut la représenter, et le Père Secchi en reproduit, dans son ouvrage, une épreuve qu'il a obtenue, en 1860, au *Desierto de las Palmas* dans sa station en Espagne, en 40 secondes. La couronne est moins élevée dans les régions voisines des pôles de l'axe solaire, sur une étendue de 50 ou 60 degrés.

Les *aigrettes*, ou longs panaches rectilignes qui se détachent de l'auréole, appartiennent bien au soleil, mais leurs apparences peuvent être notablement modifiées par la présence de la lune et par les circonstances atmosphériques.

« En 1860, dit le Père Secchi, M. Plantamour observa la couronne (en Espagne), et la dessina trois fois, au commencement, au milieu et à la fin. Dans le premier dessin, outre la couronne, il a tracé trois faisceaux de rayons correspondant aux protubérances dans la région d'entrée; dans le second, il y a cinq faisceaux, deux à l'est, trois à l'ouest; enfin, dans le troisième, il y a également cinq faisceaux, mais ils se trouvent tous dans la région de sortie, et correspondent aux nombreuses protubérances qui parurent dans cette région à la fin de l'éclipse. »

« M. Tacchini, ajoute un peu plus bas notre auteur, s'aperçut, en observant le coucher du soleil sur la Méditerranée, le 8 août 1865, que le disque solaire était comme surmonté de deux aigrettes lumineuses, pareilles à deux boucles de cheveux renversées en sens opposés. Leur hauteur au-dessus du disque était tout au plus égale aux $^{7}/_{10}$ du disque lui-même. Ces appendices suivaient assez bien le mouvement du soleil, et s'enfoncèrent, comme lui, au-dessous de l'horizon. M. Tacchini nous donna avis du phénomène, et ayant compulsé le registre de nos observations régulières des taches solaires, nous trouvâmes que, ce même jour, il devait y avoir sur le bord du disque une tache accompagnée d'une grande facule, ayant à peu près la forme décrite par M. Tacchini. Aussi, n'avons-nous pas hésité à admettre que l'aigrette observée pouvait bien avoir été produite par une de ces masses lumineuses, qui accompagnent les facules et deviennent visibles dans les éclipses. »

« De nouvelles observations sont venues confirmer cette idée..... D'ailleurs nous savons maintenant qu'il se produit dans le soleil de violentes éruptions ; la matière qui le compose est lancée à des hauteurs considérables, avec des vitesses qu'on évalue à plus de 200 kilomètres par seconde. La résistance de l'atmosphère qui entoure le soleil doit ralentir bien vite ces mouvements ; mais elle doit, cependant, permettre à la matière lumineuse de s'élever assez haut pour qu'on puisse expliquer ainsi la production des panaches..... Avec le spectroscope, on a pu observer des protubérances dont la hauteur atteignait sept à huit minutes ; et cependant les observations spectrales ne font voir que les parties les plus brillantes. »

La couronne est lumineuse par elle-même, et il n'est

pas encore prouvé, d'après le Père Secchi, qu'elle nous envoie d'autre lumière que celle qui lui est propre. Il croit probable qu'elle s'étend jusqu'à la lumière zodiacale, et il cite une observation de M. Tacchini, qui l'a vue en plein jour en mai 1871.

Les deux derniers chapitres du Livre IV se rapportent aux protubérances rosées et aux observations spectrales solaires.

L'auteur commence par une exposition historique de l'étude successive des protubérances faite par les astronomes, à partir de l'éclipse de 1842, et dans laquelle il a joué lui-même un rôle intéressant, depuis l'éclipse de 1860. Nous devons encore nous borner à rapporter ici, en abrégé, les conclusions qu'il tire de l'ensemble des résultats obtenus.

Les protubérances ne sont pas de simples apparences produites par des illusions optiques : ce sont des phénomènes réels ayant leur siége dans le soleil ;.... des amas de matière lumineuse, ayant une grande vivacité et possédant une activité photogénique très-remarquable. Il y a de ces amas suspendus et isolés comme des nuages dans l'atmosphère. Leur forme est variable, mais les variations se produisent assez lentement[1].

Outre les protubérances, il existe une couche rose de

[1] On me permettra de citer ici le mémoire publié dans le cahier de mars 1874 de nos *Archives*, par mon neveu M. Émile Gautier, sur les taches et les protubérances solaires, d'après trois ans et demi d'observations spectroscopiques faites à l'observatoire de Genève. Le n° 306 du t. 25 des *Transactions philosophiques* contient une lettre de Jean-Christophe Fatio, de Duillier à son frère Nicolas, écrite en anglais, où il raconte l'observation de l'éclipse totale de soleil du 12 mai 1706 faite à Genève par le professeur Jean-Antoine Gautier, notre grand-oncle.

la même matière, enveloppant le soleil de toutes parts. Les protubérances en proviennent ; ce sont des masses qui se soulèvent au-dessus de la surface générale et s'en détachent même quelquefois. Quelques-unes ressemblent aux fumées sortant de nos cheminées ou des cratères des volcans, et qui, arrivées à une certaine hauteur, obéissent à un courant d'air en s'inclinant horizontalement. Le nombre des protubérances est très-variable avec le temps.

L'éclipse de 1868 aux Indes, pour laquelle les astronomes se proposèrent de profiter des nouvelles découvertes de l'analyse spectrale, donna lieu à d'excellentes observations de M. Janssen à Guntoor, de M. Rayet à Malacca, du capitaine Herschel et du major Tennant à Guntoor et de M. Weisse à Aden. Mais c'est le premier de ces savants qui en obtint ce que le Père Secchi appelle un *magnifique succès*. Vivement frappé du brillant éclat de quelques-unes des raies des protubérances observées au spectroscope, M. Janssen se demanda si ces mêmes raies ne seraient pas visibles en plein jour ; et dès le lendemain il eut l'insigne bonheur d'en voir ainsi deux brillantes, l'une colorée en rouge, l'autre en bleu, correspondant exactement à celles de l'hydrogène C. et F. de Fraunhofer.

Le jour même (20 octobre) où cette nouvelle arriva en Europe, M. Lockyer, astronome anglais, qui s'occupait déjà depuis assez longtemps de recherches de ce genre, annonçait que, de son côté, il avait pu voir, sur le bord du soleil, les raies de l'hydrogène, accompagnées d'une raie inconnue, située près de la raie D.

On sait qu'une matière incandescente produit un spectre continu : c'est ce qui arrive pour le charbon en sus-

pension dans la flamme d'une bougie. Les gaz eux-mêmes peuvent donner un spectre continu lorsque leur température est extrêmement élevée ; mais toutes les fois qu'on obtient un spectre composé de raies brillantes, séparées les unes des autres par des espaces noirs, il s'agit d'une matière gazeuse, dont la nature chimique peut être déterminée par le nombre et la position des raies.

Lors de l'éclipse de 1870, le Père Secchi et M. Young découvrirent, à l'instant où la lune couvrit complétement toute la photosphère solaire, une multitude de lignes lumineuses qui brillèrent comme un éclair et disparurent peu à peu. Le même phénomène fut étudié pendant l'éclipse de 1871 ; ce renversement partiel et très-court des raies noires du spectre tient à l'existence d'un mince filet du bord solaire, où son atmosphère gazeuse est assez lumineuse pour donner lieu à des raies brillantes. Plus haut, le spectre est continu et s'étend à une grande distance des bords, d'après M. Respighi.

Quant à la couronne, d'après les expériences spectroscopiques faites pendant les éclipses, elle est composée de substances dont la température est assez élevée pour qu'elles soient lumineuses par elles-mêmes. Ce sont principalement l'hydrogène, le corps correspondant à la raie D_3, qu'on a appelé *hélium*, et le corps appartenant à la raie 1474 de Kirchhofer, qu'il dit appartenir au fer, mais que le Père Secchi n'a jamais obtenue. Ce dernier observe, toutefois, que les expériences de M. Cornu ont fait voir que les raies métalliques ne se produisent et ne se renversent pas toutes à une même température. D'ailleurs, le fer se rencontre abondamment dans les taches, et ses raies, même renversées, s'observent facilement sur le soleil en dehors des éclipses.

Quelques observateurs ont signalé dans la couronne la raie 1246, qui serait identique à celle de l'aurore boréale terrestre. Le Père Secchi regarde la lumière de ces aurores, de même que celle des éclairs, comme très-variable. L'aurore se produisant dans les régions les plus élevées de l'atmosphère, son spectre doit dépendre de l'état de raréfaction et peut-être de la nature chimique des gaz qui occupent ces régions, d'où il résulte que le spectre de l'aurore est bien différent de celui de la couronne solaire.

M. Zöllner pense que la raie de la couronne dont il vient d'être question est due à un gaz dont la température est peu élevée. En effet, à une basse température et sous une faible épaisseur, les gaz ne donnent aucun spectre, mais il en peut être autrement quand l'épaisseur devient très-considérable ; et c'est ce qui a lieu pour la couronne, dont l'épaisseur est, partout où nous l'observons, plus grande que le diamètre solaire.

Le spectre de la lumière zodiacale n'est pas véritablement *linéaire*, il est complétement diffus. On sait d'ailleurs, dit notre auteur, que toutes les lueurs bleuâtres paraissent monochromatiques, quoiqu'elles soient réellement composées ; c'est ce qui a lieu pour les étoiles, pour les corps phosphorescents, pour les vers luisants. Il est donc impossible de rien dire sur l'origine de ces raies, ni sur leurs rapports avec la couronne solaire.

« Quelques savants, ajoute le Père Secchi, ont pensé que l'existence d'une raie commune dans le spectre de l'aurore polaire et dans celui de la couronne prouverait que cette seconde lumière doit, comme la première, être attribuée à un phénomène électrique. Nous ne voulons pas nier l'existence de l'électricité dans le soleil, mais

nous ferons remarquer que l'électricité n'a pas la propriété de donner des raies qui puissent servir à la caractériser; en traversant les gaz, elle ne fait que les rendre lumineux par la chaleur qu'elle développe. Ces gaz, devenus lumineux, donnent par l'analyse spectrale des raies dépendant uniquement de leur nature chimique et de leur état physique, mais qui sont complétement indépendantes de la cause qui les a échauffés. La température du soleil étant extrêmement élevée, il n'y a pas besoin d'une autre cause pour expliquer l'incandescence de son atmosphère. »

« Il n'est pas facile de dire quelle est l'origine de la lumière diffuse qui produit le spectre continu de la couronne. On ne peut l'attribuer ni à la lune, ni à l'atmosphère terrestre... Cette lumière continue ne proviendrait-elle pas simplement de l'incandescence des gaz qui enveloppent le soleil ? Nous regardons cette hypothèse comme fort probable. »

Nous arrivons à la fin du volume dont j'ai essayé de présenter ici une analyse succincte. Je ne me flatte pas d'avoir pu faire ressortir tout ce qu'il offre de nouveau et de remarquable sur le très-intéressant sujet auquel il se rapporte. Il répond bien, à ce qu'il me semble, à un besoin que devait avoir un nombreux public, tenant à être mis au courant des grands travaux scientifiques récents relatifs à l'astre merveilleux auquel nous devons la lumière et la chaleur. Il est méthodique et simple dans son exposition, bien à la portée des intelligences ordinaires, et ne présente point de formules et de calculs mathématiques rebutants pour la généralité des lecteurs. Il

a l'immense avantage d'être l'œuvre d'un savant fort distingué, qui a lui-même pris une grande part aux observations et aux recherches dont il expose les résultats dans son ouvrage. Il me semble avoir, sous ce rapport, quelque ressemblance avec les traités publiés par MM. Pictet et de la Rive, dont nous regrettons si vivement la perte pour Genève, l'un sur la Paléontologie, l'autre sur l'Électricité.

Sans pouvoir très-bien juger moi-même de la manière impartiale avec laquelle le Père Secchi a exposé les titres d'honneur des savants, ses collègues dans leurs travaux, il m'a paru leur rendre bien justice en général. Il est vraiment à la hauteur du beau sujet qu'il traite, et c'est un vrai service qu'il a rendu au public éclairé, en le mettant à même d'apprécier en détail tout ce que l'union des moyens optiques perfectionnés et des investigations astronomiques, physiques et chimiques, a procuré de nouvelles notions sur la nature propre de notre soleil.

On doit aussi payer un juste tribut d'éloges à l'exécution typographique de ce volume, et en particulier à celle des très-nombreuses figures insérées dans le texte.

J'ai demandé au Père Secchi quels seraient les principaux sujets qu'il traiterait dans le second volume de son ouvrage, et quelle serait l'époque où il paraîtrait. Voici ce qu'il a bien voulu me répondre, en date du 1er novembre :

« Le second volume contiendra d'abord une exposition détaillée des protubérances solaires ; on y traitera de la forme et de la structure de ces masses vaporeuses, de leur analyse spectrale et de la relation entre les taches et les éruptions, ainsi que de la connexion entre le magnétisme terrestre et les phénomènes solaires.

« M. Gauthier-Villars vient de me transmettre les figures des protubérances, faites à l'aquarelle, d'après mes dessins, pour les transporter en chromo-lithographie. Elles formeront une très-belle série de planches tout à fait originales.

« Une discussion étendue sera aussi faite de la température solaire, et j'y introduirai les beaux travaux d'Ericson et d'autres savants. Il y aura encore des détails sur les travaux spectroscopiques nouveaux relatifs aux comètes et aux étoiles, d'après les recherches des astronomes allemands.

« Quant à l'époque de la publication, on l'a promise pour la fin de l'année ou le commencement de la prochaine. »

Le Père Secchi a présenté récemment à l'Académie des Sciences de Paris des tableaux détaillés des taches et protubérances observées à Rome de 1871 à 1875, pendant 55 rotations du soleil, d'où il a conclu qu'il y a actuellement une grande diminution d'activité dans ces phénomènes. Ces tableaux ont été insérés dans les *Comptes Rendus* des 4 et 11 octobre 1875. L'observatoire du Collége Romain continue à être l'un de ceux où se font le plus activement les observations météorologiques, magnétiques et solaires.

Alfred GAUTIER.

LE
CORALLIEN DANS LE JURA OCCIDENTAL

PAR

M. P. CHOFFAT

Les travaux d'Alc. d'Orbigny et d'Étallon ont depuis longtemps attiré l'attention des paléontologistes sur le corallien du Jura occidental dont les fossiles, d'une conservation remarquable, furent donnés comme types de la faune corallienne. Malgré de grandes différences dans les espèces, ces assises furent parallélisées avec le corallien du Jura bernois et franc-comtois, et, le nom de *corallien* aidant, la similitude des genres et des caractères pétrographiques fit considérer comme synchroniques toutes les assises à faciès corallien fortement prononcé.

Oppel avait protesté contre cette association des gisements coralliens ; les travaux de M. Royer dans la Haute-Marne et de M. Contejean dans les environs de Montbéliard prouvaient aussi que les couches coralliennes ne sont que des faciès appartenant à différents niveaux, mais la question resta des plus obscures jusqu'à ce que M. Mœsch eût fixé la position des bancs de spongiaires étalés de l'Argovie par rapport aux assises du Jura soleurois et bernois.

Les recherches de M. Mousson sur les environs de Baden avaient appris que les spongiaires y occupent trois niveaux différents, mais comme ils y sont associés à de nombreux céphalopodes et brachiopodes à première vue identiques, ils furent considérés comme appartenant tous trois à l'oxfordien.

M. Mœsch fit voir que le banc inférieur (couches de Birmensdorf) correspond à la base de l'oxfordien supérieur, que le deuxième (c. à Hemic. crenularis) correspond à la partie supérieure du terrain à chailles du Jura bernois et le troisième (c. de Baden) à l'astartien.

En poursuivant ce dernier niveau vers l'ouest, M. Mœsch a trouvé deux localités, Wangen et Oberbuchsiten, où ces couches perdent leurs spongiaires étalés, mais sont enrichies de nombreuses espèces de l'astartien, tout en conservant les céphalopodes qui les caractérisent à l'est de ces localités.

Les couches de Baden ou c. à Am. acanthicus se trouvant généralement à la base de l'étage tithonique[1], cette classification acquiert une importance toute particulière, aussi fut-elle vivement contestée, et à l'heure actuelle quelques géologues refusent-ils encore de l'admettre.

[1] En 1865, Oppel, frappé du rapport existant dans les différentes contrées des Alpes entre les strates qui forment le passage entre le jurassique supérieur et le crétacé inférieur, les nomma *étage tithonique;* afin, dit-il, « de ne pas tracer arbitrairement la limite entre la craie et le Jura ; ces couches n'ayant pas été suffisamment étudiées, il serait imprudent de les paralléliser avec celles du portlandien, du purbeck et du Wealdien, quoiqu'il soit pour ainsi dire certain qu'elles leur sont contemporaines. Ces couches se laisseront certainement diviser et paralléliser avec les formations qui se trouvent en dehors des Alpes, et alors on devra les ranger soit dans les terrains jurassiques, soit dans les terrains crétacés. » Zeitschrift der d. g. G. XVII, page 535.

Un grand nombre de géologues français et suisses ayant vérifié la coupe d'Oberbuchsiten, il n'est plus possible de douter de son exactitude; mais on reprocha à ce synchronisme de n'être fondé que sur deux localités voisines et de ne pouvoir par conséquent être admis comme règle générale.

Nos recherches dans le Jura occidental nous y ont fait trouver le pendant de la faune de Wangen qui vient confirmer les synchronismes établis et nous indiquer la place des récifs de coraux de cette contrée.

A peu de distance de Salins, vers le nord-est, la route de Nans sous Sainte-Anne à Éternoz présente la coupe suivante :

Astartien. mètres.

8. Alternance de calcaires et de marnes, visible sur 27.50

Orhomalus macrochirus Et. R.	Rhync. pinguis Opp. C
Nerinea Bruckneri Th. CC	Cidaris florigemma Phill. CC.
Natica turbiniformis Roe. CC	Hemicid. stramonium Ag. C
Phasianella striata Sow.	Pseudodiadema hemisphæricum Ag. R
Lucina substriata Roe. C	

Corallien.

7. Calcaire à nérinées et polypiers; tantôt compacte, tantôt légèrement oolithique passe à un: 10.—

6. Calcaire en dalles ressemblant à la dalle nacrée, bleu à l'intérieur, jaune par altération. 12.—

5. Calc. compacte à polypiers, structure saccharoïde 7.—
Cidaris florigemma Phill.

Couches à Hem. crenularis.

4. Alternance de calcaires à entroques assez compactes et de bancs marno-calcaires. 28.50

Belemn. astartinus Et.	Serpula heliciformis Gdf.
Ostrea sandalina Gdf.	Microsolena expansa? Et.

mètres.

Terebr. Bourgueti Et.	Montlivaultia vasiformis E. et H.
Wald. Delemontana Opp.	» cf. Bonjouri Et.
Cidaris florigemma Ag.	Astrospongia corallina Et.
Apiocrinus polycyphus Mer.	Pareudea amicorum Et.
Millericrinus Munsterianus d'Orb	» floriceps Et.

3. Banc calcaire assez compacte, jaune; fossiles en partie siliceux, en partie calcaires. 1.50

Pholadomya parcicosta Ag.	Millericrinus nodotianus Ag.
Trigonia sp.	» echinatus Ag.
Pecten subspinosus Schl.	Serpula prolifera Gdf.

Argovien.

2. Alternance de calcaires sableux et de marnes avec sphérites calcaréo-siliceuses, surtout fréquentes à la partie inférieure. 31.—

Pholadomya exaltata Ag.
Collyrites bicordata Leske sp.
Serpula lacera Phill.

Callovien.

1. Marnes calloviennes ou oxfordiennes à fossiles pyriteux, Am. cordatus, etc., couvertes par la végétation.

Ces marnes sont visibles dans différentes localités des environs immédiats et contiennent les ammonites et les gastéropodes qui se trouvent habituellement à ce niveau, ainsi que le Waldh. impressa, tandis que le Waldh. pala de Buch se trouve à un niveau inférieur, dans la zone de l'Am. athleta.

Cette coupe présente à peu de chose près la même composition que les étages correspondants dans le Jura bernois et franc-comtois, en un mot, elle présente le faciès septentrional.

Au Mont-Rivel près Champagnole, nous avons encore

le faciès septentrional jusqu'aux couches à Hem. crenularis, mais au-dessous de celles-ci nous trouvons :

C. à Hem. crenularis.

		mètres.
Argovien.	III. Calcaires ou couches marno-calcaires jaunes. Phol. parcicosta, canaliculata, hemicardia, très-nombreuses ; Perna mytiloïdes formant plusieurs bancs ; Ostrea caprina, etc.	120.—
	II. Marnes bleuâtres, avec quelques bancs de calcaires marneux. Vers la partie infér. fossiles se trouvant déjà dans l'Arg. I, entre autres Am. Schilli Opp., Martelli Opp., canaliculatus de Buch. De plus Phol. hemicardia Roe.; *Waldh. impressa* de Buch. CC ; Waldh. Mœschi Mayer CC ; Rhync. senticosa Schl. ; Rhync. Oppelli Desl. ; Asterias et pentacrines.	56.—
	I. Marno-calcaires et marnes à *grands spongiaires étalés*. Contient les céphalopodes, échinides et spongiaires caractéristiques des couches de Birmensdorf. Nous croyons inutile d'en reproduire la liste.	9.40

Couches de passage [1].

Alternance de marnes et de sphérites marno-calcaires. Fossiles calcaires dans les sphérites, pyriteux dans les marnes 4.50

La faune se compose d'espèces des marnes oxfordiennes, d'espèces de l'Arg. 1, d'espèces ne se trouvant que dans les couches supérieures et semblant avoir émigré pendant l'existence du banc de spongiaires et enfin d'espèces propres à ces couches, dans ces contrées du moins.

1re catégorie. La plupart des ammonites des marnes oxfordiennes pyriteuses, Rhync. Thurmanni Voltz et Terebr. dorsoplicata Suess.

[1] L'épaisseur de ces couches est très-variable. A Dournon elles ont plus de 20m d'épaisseur, à Andelot 13m, au Mont-Rivel 4.50. Elles ne semblent pas dépasser la Billaude, mais font une réapparition dans les environs d'Oyonnax.

mètres.

2me catégorie. Am. hispidus, canaliculatus, Bachianus, Oegir, Martelli; Tereb. bisuffarcinata; Megerba orbis Qu. sp..
3me catégorie. Pholadomya canaliculata, parcicosta, hemicardia; et Rhync. inconstans Sow.
4me catégorie. Am. Christoli Baud. Am. cordatus var[1].

Callovien.

Marnes calloviennes à fossiles pyriteux . . . 20.—
Am. cordatus, etc. *Waldh. impressa* de Buch.

En 1846, Marcou réunit sous le nom d'Argovien toutes les couches comprises entre les marnes calloviennes et les couches à Hem. crenularis. Cette séparation était excellente, elle permettait de désigner cet ensemble parfaitement caractérisé et de le séparer des marnes oxfordiennes avec lesquelles il était souvent confondu[2]. Par contre, le choix du nom était malheureux, il était fondé sur le banc de spongiaires de l'Arg. I dans le Jura occidental et sur les 3 bancs de spongiaires du Jura argovien. Mais nous ne devons pas oublier qu'à cette époque on n'avait encore aucune idée de leur véritable place dans la série jurassique.

Cet argovien se retrouve à peu près identique dans tout le Jura situé à l'est d'une ligne que l'on peut tracer approximativement en reliant Andelot à Oyonnax. Les seules différences importantes que nous y remarquions sont l'absence déjà mentionnée de la couche de passage

[1] Chez l'Am. cordatus les côtes se bifurquent ou se trifurquent, chaque nouvelle côte correspond à une crénelure de la carène. Dans cette variété, une seconde bifurcation a lieu dans la dépression qui se trouve de chaque côté de la carène, chaque côte correspond encore à une crénelure. Ces côtes sont naturellement très-faibles et il suffit qu'elles se fondent dans le test pour que l'on ait l'Am. alternans qui ne fait son apparition que dans l'Arg. 1.

[2] En 1857, Étallon en sépara les couches inférieures sous le nom de spongitien, nom aussi regrettable que cette séparation.

et de plus l'absence des marnes oxfordiennes elles-mêmes dans les environs de Saint-Claude. Dans cette localité, le banc de spongiaires semble avoir commencé sur la zone à Amm. athleta et être ainsi synchronique à deux zones; il contient du reste l'Am. cordatus qui semble y manquer dans les localités où le banc de spongiaires repose sur la zone à Am. cordatus.

Le banc de spongiaires des couches de Birminsdorf se maintient sur la lisière sud-est du Jura, depuis l'Argovie jusque dans l'Ain et probablement encore plus au sud.

Si nous examinons ce qui se passe à l'ouest de la ligne Andelot-Oyonnax, nous voyons les couches de l'Arg. I posséder encore leurs ammonites et la plupart de leurs fossiles caractéristiques, mais ne plus présenter de spongiaires étalés. Nous pouvons vérifier ce fait à l'Abergement du Navoy, Sainte-Anne, Dournon, Arc sous Montenot, Andelot[1] et Saint-Romain de Roche. Dans les quatre premières localités, ces couches sont moins marneuses et les fossiles ont leur test transformé en silice, ce qui est cause que M. Résal a colorié les calcaires de l'argovien I comme corallien[2], tandis qu'il donne comme oxfordien l'Arg. II et l'Arg. III.

Sauf quelques petites différences paléontologiques, l'argovien de l'est du Jura occidental correspond exactement à celui du canton d'Argovie, c'est-à-dire aux couches de Birmensdorf, d'Effingen et du Geissberg de M. Mœsch. Au-dessus s'y trouvent les couches à Hem. crenularis qui en Argovie forment le deuxième banc à spongiaires étalés. Dans le Jura occidental, nous n'y avons

[1] Tranchée à l'ouest du village, la tranchée qui se trouve à l'est présente au contraire une grande richesse de spongiaires.

[2] V. carte géol. du Doubs, feuilles 3 et 5.

trouvé les spongiaires étalés qu'à partir de Saint-Claude, mais ils continuent vers le sud et se retrouvent abondamment à Nantua.

Nous n'avons pas encore suffisamment de données pour établir le parallélisme des divisions de l'Argovien du sud de Salins avec celui du nord de cette localité, et encore moins pour lui comparer les divers niveaux à chailles du Doubs, de la Haute-Saône et du Jura bernois.

Ayant donc une base suffisamment établie, les couches à Hem. crenularis que nous voyons occuper la même position stratigraphique depuis Nans sous Sainte-Anne jusqu'à Nantua, nous pouvons passer à l'examen des zones supérieures.

Coupe de la route de St-Claude à Montépile.

Portlandien.

mètres.

8. Alternance de calcaires et de dolomies 130.—

Nerinea trinodosa Voltz. Natica Marcousana d'Orb.

Couches de Valfin[1]. 91m.50.

7. Calcaire blanc à nérinées, dicères, etc.; crayeux vers le bas, plus compactes à la partie supérieure qui est pétrie de nérinées 57.50

[1] On trouvera la faune de Valfin dans : Étallon, Études paléontologiques sur le Haut-Jura, et dans : Guirand et Ogérien, quelques fossiles nouveaux du corallien du Jura. La collection la plus complète qui y ait été faite est certainement celle du professeur Guirand ; elle est maintenant au musée de Lyon. M. Guirand a en outre étudié d'une façon très-détaillée les environs de Saint-Claude, il est regrettable que cet excellent observateur n'ait pas publié le résultat de ses recherches. Il a par contre aidé de ses renseignements tous les géologues qui ont visité cette contrée, et nous lui sommes particulièrement redevable d'une foule d'observations qui, sans lui, nous auraient certainement échappé.

mètres.

6. Calcaires compactes devenant de plus en plus blancs, subcristallins 34.—

Séquanien III (Astartien. Couches de Baden) 103m.

5. Calcaires compactes, bleus intérieurement, gris par altération 58.—

4. Marnes grises, feuilletées, alternant avec des bancs de calcaire analogue au n° 5. Mélange de la faune de Baden et de l'Astartien du Jura bernois 45.—

Séquanien II. (Corallien. Couches de Wangen.)

3. Calcaire compacte bleuâtre, avec quelques bancs marneux. 122 —

Séquanien I. (Couches à Hemic. crenularis.)

2. Couches marno-calcaires, à concrétions rugueuses, avec pyrites 1.—

Faiblement découvertes, ces couches sont actuellement pauvres, quoiqu'elles aient livré beaucoup de fossiles.

Ammonites, Brachiopodes et Spongiaires.

Argovien III. (C. de Geissberg.)

1. Marnes feuilletées, alternant avec des calcaires marneux, visibles sur 30.—

Le séquanien III y présente un mélange de fossiles du faciès septentrional et du faciès méridional, analogue à celui de Wangen. Nous avons rencontré cette même faune dans d'autres localités :

1) La Roche Blanche sur le Brayon, où nous avons distingué deux couches, l'une inférieure, blanche, se délitant en petits fragments anguleux, et qui nous a livré une faune rappelant en partie le corallien[1]. Cette couche

[1] Voir pour plus de détails sur le profil du Brayon et sur les faunes, la séance du 2 septembre dernier dans le bulletin de la Soc. géol. de France (*Session extraordinaire de Genève et Chamonix*).

est aussi visible sur la route de Montépile, mais y est en grande partie recouverte. 2) Les Roches de Tressus dans la forêt du Frènois, à environ 6 kilom. à vol d'oiseau de la route de Montépile. Les couches à Hem. crenularis y sont mieux développées; elles ont à peu près 13 mètres d'épaisseur. Le séquanien I y présente à peu près la même puissance qu'à Montépile, mais étant plus désagrégé, on y trouve quelques rares débris de polypiers et de nérinées. 3) Le sentier de Coyrière à la Pesse coupe le séquanien III et les couches de Valfin près de « En Assis. » Un peu plus loin, vers la ferme des Fournets, nous retrouvons le séquanien I parfaitement découvert et très-fossilifère. 4) Route des Bouchoux à la Pesse. 5) Route de la Faucille. 6) Les Sèches près des Emburnets. Cette station nous a été indiquée par M. le professeur Jaccard qui a bien voulu nous communiquer les fossiles qu'il y a recueillis.

Ces diverses localités nous ont fourni 68 espèces, dont nous ne prenons en considération que celles dont la conservation permet une détermination certaine, soit 42.

En comparant cette faune avec celles du Porrentruy, nous voyons que 21 espèces s'y trouvent dans l'astartien ou le kimmeridgien, 6 d'entre elles ont leur niveau principal dans l'astartien ou ne se trouvent qu'à ce niveau (*), tandis que 3 descendent dans les étages inférieurs (**).

Natica hemisphærica Roe.	Astarte cingulata Ctj.
* » turbiniformis Roe.	Trigonia suprajurensis Ag.
Pleuromya Voltzii Ag.	* Pinna ampla Sow. sp.
Pholadomya Protei Ag.	* Mytilus subpectinatus d'Orb.
** » hemicardia Roe.	* » perplicatus Et.
Thracia incerta Desh.	Lithodomus socialis Th.
Ceromya excentrica Voltz. sp.	Gervillia tetragona Roe.
Cardium Pesolinum Ctj.	* Waldh. humeralis Roe. sp.

Lucina (mactromya) rugosa Roe. sp.	** Rhync. semiconstans Et.
* Astarte supra-corallina d'Orb.	** Holectypus corallinus d'Orb.
» Pesolina Ctj.	

Six se trouvent dans le corallien sans atteindre l'astartien.

Serpula Deshayesi Munst.	Pecten octocostatus Roe.
Pecten subarmatus Munst.	» solidus Roe.
» erinaceus Buv.	Montlivaultia vasiformis Et.

Une comparaison de cette même faune avec les couches de Baden nous donne 19 espèces communes, dont 7 exclusives à ce niveau (*).

Belemn. semisulcatus Munst.	Mytilus semistriatus Munst.
Aptychus latus Qu.	Gervillia tetragona Roe.
* Amm. acanthicus Opp.	Pecten subarmatus Munst.
* » Lothari Opp.	» solidus Roe.
» polyplocus Rein.	» subcingulatus d'Orb.
* » polygyratus Rein.	Dysaster granulosus Ag.
* » subinvolutus Mœsch.	* Hollectypus corallinus d'Orb.
Pholad. hemicardia Roe.	* Rhabdocidaris trispinata Qu. sp.
* Thracia incerta Desh.	
Mytilus subpectinatus d'Orb.	Serpula Deshayesi Munst.

Si enfin nous comparons cette faune avec celle de Wangen, qui, d'après les données acquises, contient un mélange des fossiles des couches de Baden et de l'astartien, nous trouvons 14 espèces communes, dont l'une, le Rostellaria sigillata Mœsch, manque dans les contrées intermédiaires où elle semble être remplacée par le Rostellaria anatipes Buv.

Ces faits ne laissent aucun doute sur le synchronisme de ces couches avec celles de Baden et avec l'astartien.

Les couches de Valfin étant intercalées entre l'astartien et le portlandien, correspondent nécessairement au ptérocérien. Nous ne parlons pas du virgulien, car il semble man-

quer dans le Haut-Jura, quoiqu'il existe dans le Bugey et que des calcaires blancs semblent le représenter plus au nord.

Au nord-ouest de Saint-Claude, la route de Ravilloles aux Crozets présente une coupe très-remarquable qui diffère notablement de celle de Montépile, dont elle est séparée par une distance de 12 kil. à vol d'oiseau.

Portlandien.

mètres.

12. Alternance de dolomies et de calcaires, visibles sur environ 45.—

Epi-ptérocérien.

11. Calcaires compactes et marno-compactes 10.50

Nerinea depressa Voltz.	Trichites Saussurei Th.
Fimbria subclathrata Th. sp.	Tereb. subsella Leym.

Zone ptérocérienne.

10. Marno-calcaires à pâte bleue, oolites rougeâtres 6.—

Natica Marcousana d'Orb.	Mytilus jurensis Th.
» hemisphærica Roe. sp.	» subæquiplicatus Th.
Pterocera oceani Delab.	» perplicatus Et.
Pholadomya Protei Ag.	Hinnites inæquistriatus d'Orb.
» hortulana Ag.	Ostrea Bruntrutana Th.
Ceromya excentrica Voltz sp.	» semisolitaria Et.
Cardium eduliforme Rœ.	Anomya undata Ctj.
Lucina (mactromya) rugosa Roe. sp.	Tereb. subsella Leym.
Trichites Saussurei Th.	Pseudocidaris Thurmanni Ag. sp.

Couches de Valfin (pars).

9. Calcaire compacte gris-bleu, banc supérieur avec perforations et tiges de fucoïdes 5.—

8. Calcaire oolitique blanc, fossiles nombreux, mais mauvais 3.—

Nérinées indét.	Diceras 2 sp. CC.
Mytilus subæquiplicatus Gdf.	Terebr. subsella Leym.
Lucina sp.	

	mètres.
7. Calcaire compacte avec trichites	3.80
6. Calcaire oolitique blanc, à cardium corallinum et nérinées	2.—

Séquanien III.

5. Dolomies, calcaires feuilletés et calcaires compactes gris-bleus	15.50

Séquanien II.

4. Bancs oolitiques plus compactes vers la base, traces de fossiles	80.—
3. Banc sableux, jaune clair, fossiles à l'état de moules, traces de gastéropodes et de peignes, petits dicères de 13^{mm} de longueur et radioles de cidaris	1.—

Séquanien I.

2. Alternance de calcaires et de marno-calcaires, avec petites concrétions rugueuses, fossiles habituels à ces couches	23.—

Argovien III.

1. Marnes et marno-calcaires.

Ici nous trouvons le séquanien III représenté par des calcaires et des dolomies qui ne nous ont pas fourni de fossiles, tandis qu'il se trouve avec son faciès septentrional un peu plus au nord, à Châtel-de-Joux. Les couches coralligènes de Valfin ne représentent plus que la partie inférieure du ptérocérien et le portlandien repose sur le ptérocérien supérieur sans intercalation de virgulien. Le Natica Marcousana qui se trouve dans les deux zones nous empêche de croire à une interruption dans le dépôt. Ce même fait a aussi été observé par M. le professeur Jaccard.

Nous devons nous attendre à ce que ce faciès incomplet des couches de Valfin se retrouve sur une ligne

nord-est, sud-ouest, plus ou moins parallèle à celle que nous présente le faciès incomplet des couches de Birmensdorf et à celle du séquanien III à faune de mélange. C'est en effet ce qui a lieu. M. Michaud, frère de la doctrine chrétienne à Oyonnax, a eu l'obligeance de me faire voir des fossiles ptérocériens qu'il a trouvés entre les couches coralliennes et le portlandien, à Matafelon, à 8 kil. à l'ouest de d'Oyonnax, tandis que, dans cette dernière localité, le portlandien surmonte immédiatement les couches coralliennes.

Au sud du Haut-Jura, nous avons rencontré les couches de Baden à Châtillon de Michaille, nous n'y avons plus trouvé les fossiles de l'astartien, mais uniquement ceux du faciès méridional. Les spongiaires semblent y manquer; la surface découverte est pourtant trop petite pour que nous puissions tirer des conclusions certaines à ce sujet; par contre, les Gorges du Fier près Saint-André nous ont présenté les couches de Baden avec toute la richesse en spongiaires, en brachiopodes et en céphalopodes que nous leur connaissons en Argovie.

Étallon a déjà mentionné le faciès corallien que présente parfois le portlandien; ce n'est qu'un faciès local, comme celui du valangien, qui a déjà fait croire à plusieurs géologues qu'ils se trouvaient en présence des couches de Valfin.

Les couches coralligènes du portlandien semblent devenir plus constantes vers l'est. Nous les retrouvons à la Faucille, nous les retrouvons aussi au Salève, où des couches marno-calcaires à petits cailloux noirs les séparent du valangien du côté de l'ouest (Grande Gorge), tandis que plus à l'est, les carrières de Monnetier nous présentent un passage insensible entre le *corallien* et le valangien.

Conclusions.

Le faciès corallien pouvant se trouver à tous les niveaux, le mot de *corallien* doit disparaître comme nom d'étage. On a proposé de le conserver pour le *vrai corallien* et de nommer les autres récifs de coraux *couches coralligènes.* Outre que ce mot est en lui-même une *cause d'erreurs,* nous voyons plusieurs niveaux coralligènes avoir des droits à être le *vrai corallien.*

2. Dans ses « Lettres sur les Roches du Jura, » Marcou divise la chaîne en trois régions séparées par une ligne passant par Laufon, Soleure, Saint-Imier, Maiche, Champagnole, Moirans et Bourg-en-Bresse. La contrée qui se trouve au nord-ouest de cette ligne forme la région franc-comtoise, la contrée nord-est, la région argovienne, et la contrée sud-est la région vaudoise.

On ne saurait trouver une meilleure division. Cette ligne de séparation correspond à peu près à la ligne de séparation du faciès septentrional et du faciès méridional; mais nous remarquons que cette ligne se meut du nord-ouest au sud-est au fur et à mesure que nous montons la série stratigraphique. L'origine de ce mouvement est à rechercher dans un soulèvement lent suivant cette direction.

Nous remarquons aussi que les faciès deviennent de plus en plus pélagiques au fur et à mesure que nous nous rapprochons de la plaine suisse. Les contre-forts jurassiques des Alpes, loin de présenter un faciès littoral, nous présentent au contraire un faciès de pleine mer, ce qui ne serait certainement pas le cas si cette chaîne avait formé un *continent* à l'époque jurassique.

Nous ne nous dissimulons pas qu'il y a une grave objection à faire à cette manière de voir, c'est la présence dans le purbeck de petits cailloux noirs, ressemblant au calcaire alpin; mais les objections contre l'hypothèse d'un *continent* ont à nos yeux une valeur bien plus considérable.

3) Dans sa notice sur le gré bigarré des Vosges[1], M. Lepsius cherche à démontrer que le soulèvement des Vosges et de la Forêt-Noire n'a eu lieu qu'après le dépôt des terrains jurassiques. Nous sommes parfaitement d'accord avec lui en ce qui concerne la deuxième de ces chaînes, car les dépôts de la Souabe et de l'Argovie nous présentent une formation pélagique. Quant aux Vosges, nous serions plus porté à croire que leur soulèvement a eu lieu pendant le dépôt des terrains jurassiques. Nous voyons à leur lisière méridionale, à Chassey les Montbozon, le séquanien inférieur représenté en partie par une espèce de poudingue composé d'oolites de la grosseur d'une noix et de quelques cailloux roulés laissant entre eux des intervalles dans lesquels se trouvent des pectens et des radioles d'oursins généralement brisés. C'est bien là une formation de rivage, mais nous n'y remarquons que des débris de calcaire blanc ou gris, et n'y avons pas encore trouvé de roches plus anciennes. D'un autre côté l'orographie du Jura nous fait voir que le soulèvement de cette chaîne a eu lieu après celui de la Forêt-Noire.

Nous pouvons donc répéter avec M. Bayan que nous sommes encore dans l'ignorance des véritables limites des mers aux diverses périodes.

[1] Zeitschrift der d. geol. G. 1875, XXVII, page 83.

EXISTE-T-IL DANS LA VÉGÉTATION ACTUELLE

DES

CARACTÈRES GÉNÉRAUX ET DISTINCTIFS

QUI PERMETTRAIENT DE LA RECONNAITRE EN TOUS PAYS

SI ELLE DEVENAIT FOSSILE ?

Dans les sciences d'observation il est absolument nécessaire de partir des faits les mieux connus pour interpréter, compléter ou deviner ceux qui le sont moins et qui ont cependant avec eux une certaine connexité. Cela est vrai surtout dans l'étude de la succession des êtres organisés, cette science encore naissante que j'ai proposé naguère d'appeler *Épiontologie*[1], afin de réunir l'histoire des êtres antérieurs (Paléontologie) et celle des êtres actuels (Géographie botanique et zoologique), dont la liaison est devenue tout à fait évidente. Personne ne doute que pour bien comprendre une époque antérieure à la nôtre il ne faille examiner d'abord la distribution actuelle des êtres et les changements qui s'opèrent sous nos yeux, ou qui se sont opérés dans des temps rapprochés du nôtre. A ce point de vue la question que nous nous sommes posée est à la base de cette autre question plus générale et très-importante : Comment distingue-t-on une époque en paléontologie, et même en géologie, si l'on persiste à voir

[1] Étude sur l'espèce. *Archives des sc. phys. et nat.*, nov. 1862, et *Ann. des sc. nat.*, série IV, vol. 18, à la dernière page de cet article.

dans les faits de paléontologie une base principale et non accessoire des distinctions géologiques.

Cherchons donc s'il existe des caractères spéciaux pour la flore actuelle, qui soient en même temps généraux, c'est-à-dire communs aux végétations de toutes les parties de la surface terrestre. S'il en existe, notre époque est séparée des autres et, dans le cas d'une catastrophe universelle, les débris qu'on en découvrirait plus tard à l'état fossile, en un lieu quelconque, donneraient la preuve d'une date, et permettraient de préciser ce qui a été de nos jours contemporain. S'il n'existe pas de semblables caractères à la fois distinctifs et généraux, la simultanéité de plantes fossiles de pays différents paraîtra bien obscure et les notions autrefois accréditées sur des époques devront être abandonnées ou profondément modifiées.

Plusieurs caractères sont ordinairement employés par les botanistes pour distinguer, rapprocher ou réunir des flores actuellement existantes. Voyons ce qu'ils peuvent avoir de général quand on considère l'ensemble de toute la végétation actuelle.

On désigne quelquefois une région comme étant la patrie de telle ou telle espèce abondante et remarquable. C'est un assez mauvais moyen de distinction, mais enfin il a été employé. Pour l'ensemble des végétaux de notre époque, il n'est pas du tout probable qu'une espèce, phanérogame ou même cryptogame, existe dans toutes les régions. On peut même affirmer, en tenant compte de certaines localités aussi vastes que des régions, qu'aucune espèce n'existe partout. J'ai montré autrefois [1] qu'on s'abusait en regardant quelques espèces phanérogames comme

[1] *Géographie botanique raisonnée*, I, p. 581.

cosmopolites. Les plus répandues manquent toujours à quelques régions du globe, soit qu'elles ne puissent pas y vivre, soit que les causes antérieures et actuelles ne les aient pas assez dispersées. Les Lichens, Mousses et autres Cryptogames présentent des habitations ordinairement plus vastes, et l'on peut soupçonner que telle ou telle espèce, à la suite de recherches complètes, se trouverait être cosmopolite. Cependant on ne peut encore le démontrer pour aucune, et il serait même facile de constater d'immenses différences entre les espèces de Lichens, par exemple des bords de l'Amazone et des sommités ou plateaux des Andes, des plaines de l'Inde et des hauteurs de l'Himalaya, des régions arctiques et des régions équatoriales. D'après les collections et les ouvrages, un grand nombre des espèces de l'une de ces contrées manquerait à l'autre, et il n'est guère vraisemblable que ces diversités soient détruites par des observations ultérieures, car les espèces tardivement découvertes sont plutôt locales. Ainsi notre époque n'est pas caractérisée par la présence en tout lieu de telle ou telle espèce ni d'un petit nombre quelconque d'espèces très-abondantes.

Quelques genres et certaines familles sont plus près d'être cosmopolites. Jamais cependant ils ne peuvent l'être d'une manière absolue, à cause de la condition matérielle de certaines régions assez étendues. Lorsque le Dr Hooker mit le pied sur le continent antarctique il fut surpris de ne pas voir une seule plante phanérogame. Peut-être en débarquant sur un autre point aurait-il trouvé quelque Graminée, Cypéracée, Crucifère, etc., mais les terres antarctiques s'étendent plus ou moins vers le sud et sont généralement recouvertes de neige, comme d'autres régions voisines du pôle boréal. Dans une catastrophe qui

ferait passer la surface actuelle de la terre à l'état fossile, ces vastes étendues n'auraient aucune trace de végétation. Selon les idées qu'on avait il n'y a pas longtemps, les géologues futurs, à moins de recherches sur les couches inférieures, les jugeraient d'une antiquité prodigieuse — antérieure à l'existence même des végétaux.

La proportion des espèces, genres ou familles n'est pas un caractère plus assuré de la végétation de notre époque. Au premier aperçu on pourrait croire que l'abondance des Composées est un trait caractéristique, mais quelle diversité ne trouve-t-on pas dans les proportions de cette famille en divers pays? Les flores du Chili et de Juan Fernandez présentent, parmi les Phanérogames, 20, 25 et même 33 °/₀ de Composées; celles de la Guyane anglaise seulement 3 °/₀, et celles de Java ou de Tahiti 2 °/₀. Les proportions de Graminées, de Lichens et de quelques autres familles sont moins disparates, mais ni ces familles ni les Composées ne sont propres à notre époque. Elles existaient certainement auparavant et dans des proportions qu'il est impossible de préciser, si ce n'est dans quelques localités limitées d'Europe et d'Amérique où l'on a trouvé des fossiles. En supposant qu'une de nos familles de plantes offre aujourd'hui la même proportion d'espèces dans plusieurs parties du globe, il y aurait cependant des exceptions, ne fût-ce que celle dont nous parlions tout à l'heure des vastes surfaces recouvertes par la neige et des pays adjacents, arctiques et antarctiques.

En définitive nous ne parvenons pas à trouver un caractère qui soit propre à l'ensemble de la végétation actuelle, ni surtout à la totalité des surfaces terrestres de notre époque. On pourrait mentionner seulement l'extrême diversité de nos flores, mais ce caractère existe de-

puis longtemps. Si les plantes actuelles devenaient fossiles, cette diversité ne serait pas un moyen de les distinguer, ni un criterium pour reconnaître leur date. On verrait des fossiles d'espèces variées et les flores superposées dans chaque pays seraient différentes les unes des autres, voilà tout. Il en résulterait la distinction d'époques locales, non générales.

Le savant auteur de la *Paléontologie végétale*[1] insiste sur « la marche ascendante et descendante de certains grands types, qui surgissent à certaines époques, s'élèvent et s'étendent au point de déterminer la physionomie organique de cette époque, dont ils forment le trait principal, puis descendent du premier rang au second, ensuite au troisième, et finissent quelquefois par disparaître entièrement. » On peut voir quelque chose de semblable parmi nos végétaux, mais seulement d'une manière locale. Ainsi, on peut dire que la famille des Composées a son épanouissement complet au Chili, au Mexique, au Cap de Bonne-Espérance, tandis que le contraire se voit simultanément dans l'Asie méridionale et ailleurs. On répondra peut-être que notre temps n'est pas une *époque*, mais une continuation d'époque, c'est-à-dire qu'il faudrait considérer avec le temps présent celui des dépôts pliocènes et même miocènes en Europe. Selon cette manière de voir, préférable peut-être, qui nous dit, cependant, que des faits analogues à ceux de nos Composées d'aujourd'hui n'ont pas eu lieu? Lorsque les Conifères abondaient dans les formations en Europe, que se passait-il *en même temps* à la Nouvelle-Hollande, ou au Cap, ou seulement, plus près de l'Europe, aux États-Unis, au Spitz-

[1] Schimper, *Traité de Paléontologie végétale*, I, p. 18.

berg? Personne ne peut le dire. On connaît un peu la succession des couches dans ces régions, mais il est impossible d'affirmer que tel ensemble de couches s'y est déposé en même temps qu'un autre ensemble de couches des pays européens, et si l'on prétend démontrer la simultanéité par l'existence de mêmes espèces fossiles, c'est peut-être une erreur, puisque plusieurs espèces, et des flores et faunes tout entières, ont été transportées quelquefois par des causes tantôt isolées et tantôt générales, que, par exemple, plusieurs espèces d'Amérique sont devenues communes en Europe et que la flore et la faune aujourd'hui arctiques ont régné une ou deux fois dans toutes les plaines au nord des Alpes et des Pyrénées.

En remontant aux formations très-anciennes des temps où les conditions physiques de la terre étaient plus uniformes, les diversités locales deviennent de moins en moins vraisemblables. Cependant personne n'oserait soutenir que pendant la formation d'une certaine couche de houille, en Pensylvanie par exemple, il n'existait pas quelque part, peut-être fort loin de là, une région élevée, moins humide, sur laquelle des plantes phanérogames, angiospermes, manquant à la houille, existaient déjà. Si cela est arrivé, elles étaient bien contemporaines, selon la vérité — non suivant les anciennes méthodes de juger des dates par les espèces, sans attendre les documents stratigraphiques. A supposer qu'on trouvât fossiles ces plantes angiospermes loin des houilles contemporaines, on dirait probablement : elles sont de l'époque crétacée.

Nos recherches, complétement infructueuses, d'un caractère propre à toute la végétation actuelle, montrent bien que tout a été non-seulement *successif*, mais *local*, dans

l'histoire des êtres organisés. Le judicieux naturaliste dont j'ai cité, il y a un instant, quelques mots, n'en doute certainement pas. Il le dit çà et là, et il le dit mieux dans son troisième volume, publié en 1874, que dans le premier, de 1869. La complication évidente des faits et l'extrême difficulté de rattacher ensemble ceux de régions un peu éloignées paraissent avoir pesé davantage sur son esprit. Malheureusement les anciennes hypothèses sur des événements simultanés dans toutes les parties de la terre, et le mot *époque*, dont le sens vulgaire est basé sur des années astronomiques, continuent à obscurcir les idées de beaucoup de lecteurs, même quand ils consultent des ouvrages comme celui de M. Schimper, écrits selon les meilleures méthodes scientifiques. Une année, en effet, un siècle, une époque sont des périodes déterminées et égales dans toutes les parties du monde. Le premier siècle de notre ère existait en Chine comme en Europe. Au contraire les époques dont parlent les géologues ont été reconnues en Europe. Elles sont bonnes pour l'Europe et les pays plus ou moins rapprochés. Ensuite on a distingué des époques aux États-Unis et ailleurs, mais on n'a pas eu le soin de modifier les termes selon les régions, ou de répéter fréquemment que ce sont des époques locales, dont les concordances sont inconnues ou trop difficile à préciser. Quoi qu'on fasse, les langues sont anciennes et routinières. Elles ne répondent jamais assez à la clarté de nouvelles idées.

Alph. DE CANDOLLE.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

H.-F. WEBER. — CHALEURS SPÉCIFIQUES DU CARBONE, DU BORE ET DU SILICIUM. (*Pogg. Ann.*, 1875, tome CLIV, p. 367 et p. 553.)

La chaleur spécifique du carbone a été l'objet d'un grand nombre de recherches qui ont été suffisamment motivées d'abord par l'impossibilité de faire concorder entre eux les résultats obtenus par divers physiciens, ensuite par les différences qu'elle présente pour les diverses formes allotropiques du carbone, enfin par l'exception remarquable que ce corps paraissait faire jusqu'ici à la loi de Dulong et Petit.

Les *Archives* ont rendu compte d'un travail préliminaire de M. Weber sur la chaleur spécifique du carbone et l'accroissement considérable qu'elle subit avec la température [1]. M. le professeur Marignac, en signalant dans notre journal cette importante découverte, fit remarquer que ce fait, en expliquant l'anomalie que le carbone présente par rapport à la loi de Dulong et Petit, permettrait sans doute, lorsqu'il serait encore mieux déterminé, de faire rentrer ce corps dans la loi générale. Cette conclusion a été pleinement confirmée par les dernières recherches du physicien allemand et elle a été étendue par lui au bore et au silicium qui faisaient exception, comme le carbone, à la loi des chaleurs spécifiques des atomes simples.

Nous devons nous borner ici à une rapide analyse du mémoire détaillé et remarquable à tous égards que M. Weber a

[1] *Archives*, 1872, tome XLIV, p. 172, et p. 236.

consacré à cet important sujet, parfaitement élucidé désormais, après tant de contradictions et de difficultés, grâce à ses belles et patientes recherches.

Dans ses expériences sur la chaleur spécifique des corps simples, M. Régnault trouva que la loi de Dulong et Petit se vérifiait pour tous sauf pour les trois corps précités, la chaleur atomique du carbone présentant même un écart particulièrement fort, puisqu'elle avait été trouvée par lui égale à 1.8 (diamant) au lieu de 6. Continuant cette étude, M. Régnault trouva que les diverses formes allotropiques de ces trois mêmes corps présentent des chaleurs spécifiques très-différentes [1].

Presqu'en même temps que M. Régnault, MM. de la Rive et Marcet mesuraient par la méthode du refroidissement la chaleur spécifique de deux formes allotropiques différentes du carbone. Ils trouvèrent pour celle du diamant une valeur beaucoup plus petite (0,119) que pour celle du carbone poreux en poudre (0,165) et plus petite également que celle trouvée par M. Régnault. Plus tard, M. Kopp [2] chercha à établir que cette variation suivant l'état allotropique n'existe pas, tandis que MM. Wüllner et Bettendorf [3] confirmèrent sur ce point les résultats de M. Régnault.

De ces divers résultats il ressortait nettement que la chaleur spécifique du carbone, du bore et du silicium varie avec l'état allotropique, tout en ne rentrant pour aucun de ces états dans la loi de Dulong et Petit. D'autre part, la grandeur même des divergences que présentaient les valeurs numériques obtenues par les divers auteurs montrait qu'elles devaient être attribuées non pas tant à des erreurs d'observation qu'aux conditions différentes de température ou autres dans lesquelles ils avaient opéré. L'examen de ces résultats a montré en effet qu'ils sont d'autant plus élevés que les limites de température entre lesquelles ils ont été obtenus

[1] *Annales de chimie et de physique* (3), I, p. 202; LVII, p. 1.
[2] *Liebig's Annalen*, 1864 et 1865, III, 1 et 289.
[3] *Pogg. Annal.*, t. CXXXIII, p. 293.

étaient elles-mêmes plus élevées, c'est ce qu'établit le tableau suivant :

	Régnault		De la Rive et Marcet		Kopp		Wüllner et Bettendorf	
	C	T	C	T	C	T	C	T
Charbon de bois	0,2415	18-98°	0,1650	6-15°	—		—	
Graphite	0,1977	17-99°	—	—	0,174	21-52°	0,1881	24-67°
Charbon de gaz	0,2004	16-100°	—	—	0,185	22-52°	0,1960	24-69°
Graphite de haut fourneau	—	—	—	—	0,166	22-52°	0,1861	23-65°
Diamant	0,1469	9-98°	0,1192	6-15°	—	—	0,1429	24-70°

Les résultats comparés de MM. Régnault et Kopp conduisent à un tableau analogue pour le bore et le silicium. De là M. Weber conclut déjà à la variabilité de la chaleur spécifique de ces trois corps, qu'il établit ensuite par des expériences directes. Il a exécuté pour cela plus de 100 mesures exactes et a résolu chemin faisant plusieurs problèmes secondaires.

Pour le carbone en particulier, sa chaleur spécifique a été déterminée pour toutes les températures comprises entre — 80° et + 1000°. Pour obtenir la température voulue, M. Weber a employé au-dessous de 0 l'acide carbonique solide et un mélange réfrigérant de neige et de chlorure de sodium, de 0 à 300° un bain d'huile maintenu à température constante par le réglage convenable d'une flamme de gaz, au-dessus échauffement à l'aide d'un moufle et d'une flamme de gaz. Les mesures de chaleur spécifique furent exécutées à l'aide du calorimètre à glace de M. Bunsen, les températures furent évaluées au moyen du thermomètre à air et pour les températures élevées de 500° à 1000° déduites de la valeur de la chaleur spécifique obtenue pour un morceau de platine placé dans des conditions identiques à celles dans lesquelles se trouvaient le carbone lui-même, les deux substances étant échauffées en même temps puis plongées dans deux calorimètres identiques.

1° *Chaleur spécifique du carbone:*

a. *Diamant.* A l'aide de neuf séries d'expériences il fut

établi que la chaleur spécifique du diamant croît très-rapidement de —50° à 250°, la vitesse de cet accroissement va en augmentant lentement de — 50° à 60°, elle décroît au contraire régulièrement de 60° à 250°. Il résulte de là qu'il doit exister une température supérieure à laquelle la chaleur spécifique cesse d'augmenter, c'est ce qu'a établi une seconde série d'expériences faites à des températures élevées. Douze mesures exécutées entre — 50° et 1000° ont permis de tracer la courbe de variation de la chaleur spécifique du diamant avec la température et de l'obtenir de la sorte pour un degré quelconque compris dans cet intervalle. Cette courbe montre qu'à partir de 600° la chaleur spécifique du carbone demeure sensiblement constante.

b. *Graphite.* Le graphite a donné un résultat analogue. Sa chaleur spécifique croît aussi très-rapidement de — 50° à 250°, mais c'est vers 0° que se trouve le point d'inflexion de la courbe qui représente cette variation et non vers 60°, comme pour le diamant. En outre jusque vers 600° la chaleur spécifique du graphite est plus élevée que celle du diamant, à partir de là toutes deux sont égales, dans la limite du moins des erreurs d'observation, et cessent d'augmenter.

c. *Carbone amorphe et charbon de bois poreux.* Ces deux modifications n'ont pas donné de différences appréciables entre elles et avec le graphite, ainsi donc :

Les chaleurs spécifiques du graphite, du carbone amorphe et compacte, du charbon de bois poreux sont identiques ; il n'existe au point de vue thermique que deux modifications allotropiques distinctes du carbone, la modification transparente (diamant) *et la modification opaque* (charbon ordinaire, etc.).

Les chaleurs spécifiques de ces deux modifications qui diffèrent d'autant plus l'une de l'autre que leur température est plus basse et qui en outre vont toutes deux en croissant jusque vers 600°, deviennent égales et constantes à partir de cette température, celle du rouge ; à partir du point de l'échelle des températures, auquel les deux modifications cessent de se dif-

férentier au point de vue optique, elles cessent aussi de différer l'une de l'autre au point de vue thermique[1].

Au delà de cette température, elles possèdent une chaleur spécifique identique et constante (0,4408-0,4674) qui donne pour la chaleur atomique du carbone 5,4 à 5,6 et fait par conséquent rentrer ce corps dans la loi de Dulong et Petit.

2° *Bore.* Le bore dont la chaleur spécifique n'a pu être mesurée directement que pour les températures comprises entre — 80° et 260° s'est comporté dans ces limites d'une manière tout à fait analogue au carbone. Des résultats obtenus pour les températures plus basses, on peut conclure avec une assez grande probabilité que la chaleur spécifique du bore, un peu plus forte que celle du carbone. croît aussi jusque vers 600° où elle devient sensiblement constante et égale à 0,5, ce qui donnerait pour sa chaleur atomique 5,5 et le ferait rentrer aussi dans la loi de Dulong et Petit.

Silicium. La chaleur spécifique du silicium croît aussi très-rapidement avec la température, mais cela seulement jusque vers 200° où elle devient constante et égale à 0,2055, ce qui donne pour la chaleur atomique de ce corps 5,75. Le silicium obéit donc aussi à la loi des chaleurs spécifiques des atomes.

La belle loi de Dulong et Petit ne présente donc plus désormais aucune exception. C'est là un fait immense acquis par le travail de M. Weber et sur lequel on ne saurait trop insister. Mais comme ce physicien a établi en même temps, contrairement à l'opinion admise jusqu'ici, que *la chaleur spécifique varie avec la température,* il convient de modifier l'énoncé de cette loi en tenant compte de ce qu'elle n'est applicable à chaque corps qu'à partir d'une certaine tempéra-

[1] Quant aux résultats trop forts, obtenus par M. Régnault, pour la chaleur spécifique du charbon de bois poreux, M. Weber l'explique en établissant que l'immersion d'un kilogramme de charbon poreux dans l'eau produit, à 0°, 4,16 calories qui s'ajoutaient dans l'expérience de M. Régnault (méthode des mélanges) à la chaleur spécifique qu'il s'agissait de déterminer.

ture au-dessus de laquelle sa chaleur spécifique devient constante de variable qu'elle était au-dessous. Il ressort en outre de ce travail que les valeurs trouvées pour les poids atomiques de ces trois corps 12, 11 et 28 représentent bien ces poids eux-mêmes et non des multiples de ces poids.

De plus, conformément à l'opinion de M Kopp, les chaleurs spécifiques des différentes formes allotropiques du carbone sont identiques à partir d'une certaine température, et cette conclusion doit probablement s'étendre au bore et au silicium.

Enfin les combinaisons du carbone présentent aussi cette variabilité très-marquée de la chaleur spécifique avec la température, mais ici la loi de cette variabilité change pour le carbone suivant le corps auquel il est allié. En tout cas, ce fait montre que la propriété remarquable dont il s'agit ne réside point dans la molécule du carbone, mais dans l'atome qui par conséquent ne doit pas être indivisible.

On le voit, la découverte de M. Weber a des conséquences de la plus grande importance, elle a expliqué bien des anomalies apparentes et ouvert nombre d'aperçus nouveaux dont l'indication complète nous entraînerait trop loin, aussi devons-nous encore ici renvoyer le lecteur au mémoire original. E. S.

Dr John Kerr. A new relation between electricity and light. — Sur une nouvelle relation entre l'électricité et la lumière. (*Philosoph. mag.*, nov. 1875.)

Il était naturel de s'attendre à ce que les corps diélectriques transparents cesseraient d'être isotropes pendant leur diélectrisation qui doit nécessairement modifier leur état moléculaire. Les expériences de M. Kerr semblent mettre hors de doute cette action de l'électricité sur les propriétés optiques des milieux diélectriques, tels que le verre, la résine et même le quartz.

Dans ces recherches, l'auteur emploie la machine d'induc-

tion de Rhumkorff comme source d'électricité et la lumière est produite par une flamme de paraffine. Lorsqu'il s'agit d'étudier l'action de l'électricité sur le verre, M. Kerr se sert d'une plaque rectangulaire de glace non étamée d'une parfaite transparence, ayant dix pouces de longueur sur deux d'épaisseur. Cette plaque est dressée verticalement entre deux piliers de verre auxquels on l'attache solidement avec des fils de soie. Elle est percée, parallèlement à sa plus grande dimension, de deux cavités larges de $^1/_{10}$ de pouce situées sur le prolongement l'une de l'autre à égale distance des deux faces verticales et séparées, au centre de la plaque, par une petite épaisseur de verre laissée intacte. Dans ces deux cavités sont encastrés les fils de cuivre destinés à établir la communication avec la bobine secondaire de la machine. La plaque ainsi que les piliers sont entièrement revêtus d'une couche de laque, à l'exception d'un étroit espace laissé à découvert vers le milieu des faces verticales, et par lequel doivent passer les rayons lumineux. Ceux-ci sont polarisés, avant leur entrée dans la plaque, au moyen d'un premier prisme de Nicol, et, après l'avoir traversée, ils rencontrent un second prisme servant d'analyseur.

Comme la plaque exerce elle-même une action dépolarisante qui nuirait à la sensibilité de l'appareil, on intercale entre elle et l'analyseur une seconde plaque de verre que l'on dispose, par tâtonnement, de façon à ce qu'elle neutralise l'action dépolarisante de la première. On arrive ainsi à réaliser dans le second prisme l'extinction totale de la lumière polarisée qui a traversé la première plaque de verre. Lorsque ce résultat a été obtenu, on fait fonctionner la machine et on ne tarde pas à voir reparaître la lumière dans l'analyseur. Cet effet ne se manifeste pas instantanément à l'instant même où la plaque devient diélectrique, ce qui paraît prouver que le phénomène est précédé d'un travail moléculaire. Après que la lumière a reparu, son intensité croît avec l'énergie de l'action électrique à laquelle la plaque diélectrique est soumise.

M. Kerr a cherché à comparer cette action de l'électricité avec les effets connus de la compression et de l'étirement du verre. Cette substance, lorsqu'elle est comprimée, prend les propriétés optiques d'un cristal à un axe négatif dont l'axe serait parallèle à la ligne de compression. Par contre, le verre étiré se comporte comme un cristal positif dont l'axe serait parallèle à la ligne de tension.

Cela étant, M. Kerr ajoute à son appareil deux petites lames de verre qu'il intercale sur le trajet des rayons lumineux qui ont traversé le diélectrique. Une de ces lames est légèrement comprimée au moyen d'un étau parallèlement à sa plus grande longueur qui est horizontale. L'autre, qu'il nomme le *compensateur*, a les deux faces parallèles perpendiculaires à la direction du faisceau lumineux, c'est-à-dire verticales. L'observateur, qui la tient par ses deux bouts, lui donne lui-même une légère courbure, dans un sens tel que ses couches supérieures sont quelque peu étirées, tandis que les couches inférieures sont légèrement comprimées. On peut ainsi, au moyen de cette lame, faire passer les rayons lumineux tantôt dans du verre étiré, tantôt dans du verre comprimé, ce qui permet d'augmenter ou de diminuer, à volonté, l'effet de la première lame de verre comprimé. Le résultat de l'interposition de celle-ci est toujours d'éteindre de nouveau la lumière qui a reparu dans l'appareil sous l'influence de la diélectrisation. On peut ensuite la faire renaître une seconde fois en interposant la zone étirée ou la zone comprimée de la seconde lame. Il faut pour cela avoir soin que l'axe de tension soit, dans le premier cas, parallèle à la ligne de compression de la première lame ou, dans le second cas, que les deux axes de compression soient perpendiculaires l'un à l'autre.

M. Kerr est parvenu, de la sorte, à constater que l'effet de la diélectrisation du verre est équivalent à une compression dans le sens de ce qu'il appelle, d'après Faraday, la direction des *lignes de force électrique*. Le verre diélectrisé agit donc

sur la lumière transmise comme un cristal à un axe négatif dont l'axe serait parallèle à ces lignes de force.

D'autres expériences analogues lui ont montré que le quartz diélectrisé agit de la même façon que le verre. Au contraire, la résine diélectrisée se comporte comme du verre étiré parallèlement aux lignes de force, c'est-à-dire comme un cristal positif dont l'axe serait parallèle à ces lignes.

C. de C.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE

NÉRÉE QUÉPAT[1]. — MONOGRAPHIE DU CHARDONNERET (Paris, 1873) ET ORNITHOLOGIE PARISIENNE (Paris, 1874).

Dans le premier de ces opuscules (*Monographie du Chardonneret Fringilla carduelis*, Lin.), l'auteur raconte avec amour et talent les divers agissements du petit Fringille dont il veut nous faire apprécier tous les détails de la vie intime. On reconnaît sans peine dans les phrases du narrateur un amateur passionné des oiseaux et un consciencieux observateur de la nature. Plusieurs chapitres de la monographie que nous avons sous les yeux renferment des données nouvelles et intéressantes : *les caractères distinctifs du mâle et de la femelle, la durée de la vie, le Chardonneret est-il utile ou nuisible à l'agriculture?* sont, entre autres, autant de questions qui méritent, en effet, d'être traitées avec soin et connaissance de cause. Nous ne pouvons que féliciter M. Quépat d'avoir étendu et précisé, en les détaillant, nos connaissances sur l'aimable petit chanteur que tant de gens aiment à conserver en captivité.

Toutefois, nous croyons que l'auteur eût fait une œuvre plus méritoire encore, s'il avait traité plus longuement de certains points moins généralement connus : des modifications successives de la livrée dans le bas âge, des mues, de

[1] Traduisez René Paquet.

la variabilité de l'alimentation avec les diverses époques de la vie, etc., etc. Plusieurs côtés du sujet que l'on se serait attendu à voir aborder et éclaircir dans un travail monographique ont été laissés entièrement dans l'ombre. L'on regrette souvent de ne pas voir traiter plus à fond tel ou tel point qui n'est que signalé et comme effleuré en passant. Nous lisons, par exemple, à la page 18, à propos de la nourriture fournie par les parents à leurs petits : « *J'ajouterai qu'à ces plantes ils joignent aussi des larves, des petits vers et divers insectes ;* » l'observation est bonne à consigner, mais c'est là tout, et il nous semble que l'auteur eût pu tirer d'une étude plus approfondie de cette partie de l'alimentation des données utiles au point de vue de l'importance du chardonneret vis-à-vis de l'agriculture. Peut-être eût-il trouvé, dans l'établissement des proportions relatives des nourritures végétale et animale, des matériaux nouveaux pour la discussion qu'il entame sur ce point économique avec l'abbé Vincelot, uniquement à propos de l'extension variable du *chardon* dans diverses contrées.

Peut-être aussi eût-il tiré, d'une description plus circonstanciée des transformations de la livrée, avec ou sans mue, des déductions un peu différentes de celles qu'il oppose à MM. Bailly et Mouton-Fontenille, pages 10 et 11, au sujet des taches blanches de la queue de son Chardonneret, dit *Royal.*

En somme, dans la manière parfois un peu vive et laconique avec laquelle M. Quépat propose le résultat de ses observations propres comme la pure expression de la vérité, il est difficile de ne pas reconnaître que cet ornithologiste a vu et constaté par lui-même tout ce qu'il avance et qu'il ne lui paraît pas possible que l'on mette en doute la rectitude de ses sens. Il est toujours bon de vérifier le dire d'autrui, mais nous eussions préféré souvent moins de mépris pour les données des prédécesseurs et surtout plus de faits à l'appui dans la discussion des opinions contraires.

Dans le second mémoire (*Ornithologie parisienne*), nous trouvons une liste assez riche d'oiseaux observés dans l'enceinte de Paris, les uns comme sédentaires, les autres comme nicheurs ou de passage seulement. Le champ d'étude est très-restreint, il est vrai, mais le sujet est assez original pour piquer forcément la curiosité et attirer l'attention. Les espèces, au nombre de 53, ne sont pas décrites, comme étant toutes suffisamment connues; toutefois, chacune d'elles est accompagnée d'observations souvent fort intéressantes, soit sur les mœurs, soit sur l'habitat.

L'auteur reconnaît dans l'enceinte de Paris : 1 Rapace (le Faucon commun ou pèlerin), 46 Passereaux, 1 Pigeon (le Ramier), 1 Gallinacé (la Caille) et 4 Échassiers. Ce catalogue peut paraître fort élevé, voire même exagéré, à qui ne voit dans Paris que des rues et des maisons; mais, pour qui a un peu erré dans les promenades et les jardins de cette grande capitale, ou suivi seulement de temps à autre le cours de la Seine à diverses époques, cette liste semble plutôt faible et appelée, bien au contraire, à croître encore passablement.

Nous sommes étonnés, en effet, de ne pas voir nommer bien des oiseaux qui vivent dans les environs de Paris et que l'on trouve ailleurs, jusque dans les murs de plusieurs villes bien moins propres que celle-ci à donner asile à la gent volatile. Nous nous serions attendus à rencontrer, entre autres, les noms de l'Épervier commun, de l'Effraye, du Corbeau corneille, de la Sitelle d'Europe, du Bouvreuil ordinaire, du Rouge-queue Tithys et de quelques autres petits Passereaux; il nous semble même que la Seine, durant les basses eaux, et les divers étangs compris dans l'enceinte ne doivent pas manquer d'être visités de temps à autre par quelques espèces de Chevaliers et de Canards, voire même par des Grèbes, par le Castagneux en particulier.

En un mot, tout en remerciant sincèrement M. Quépat (Paquet) de sa petite ornithologie locale, pleine de notes originales et précieuses sur les espèces reconnues par lui

dans Paris, nous ne pouvons nous défendre de croire qu'en multipliant ses promenades et ses observations, cet auteur pourrait encore offrir aux ornithologistes un supplément intéressant à cette première notice.

V. F.

Prof. Ed. Hitzig. Unters, etc. Recherches sur le cerveau. (Berlin 1874.) — Idem. (*Arch. für Anat. et Physiol.* 1874, 263-272, 392-441. — Idem. (*Central-Blatt. f. die med. Wiss*, 1874, 548-549.) — Prof. Ferrier. Experimental researches, etc. Recherches expérimentales sur la physiologie et la pathologie cérébrales. (*The West-Riding Lunatic Asylum med. Reports*, vol. III, 1873.) — Prof. Schiff. Unters, etc. Recherches sur les fonctions motrices du cerveau. (Firenze, 1874, et *Arch. de Pathologie expérimentale*, III, 171-179.) — Burdon Sanderson. Notiz. Note sur l'excitation directe du corps strié. (*Central-Blatt. f. d. med. Wiss.* 1874, 513-515.) — Hermann et Borosnyai, Luchsinger, Steger, Pestalozzi. Ueber, etc. Recherches relatives a l'excitabilité électrique de la substance corticale du cerveau. (*Pflueger's Archiv*, X, 77-85.)—Nothnagel. Exp., etc. Recherches expérimentales sur les fonctions du cerveau (*Virchow's Arch.* Berlin, 1874, t. LX et LXII.) — Veyssière. Recherches expérimentales a propos de l'hemianesthésie de cause cérébrale. (*Archives de Physiologie normale et pathologique*, 1874, 288-299, et *Thèses de Paris.*) — Virenque. Même sujet. *Thèses de Paris*, 1874. — Putnam. Contributions a la physiologie de la substance corticale du cerveau. (*Boston med. and surg. Journal*, 1874, n° 16.) — R. Lépine. De la localisation dans les maladies cérébrales. *Thèse d'agrégation.* Paris, 1875. — Carville et Duret. Sur les fonctions des hémisphères cérébraux. Histoire, critique et recherches expérimentales. (*Archives de Physiologie normale et pathologique*, 1875, 352-491.) — Existence de centres moteurs dans les circonvolutions

ET LEUR LOCALISATION. RAPPORT D'UN COMITÉ NOMMÉ PAR LA SOCIÉTÉ DE NÉVROLOGIE ET D'ÉLECTROLOGIE DE NEW-YORK. (*New-York, med. Journ.* Mars 1875.) — O. SOLTMANN. ZUR ELECTRISCHEN, etc. DE L'EXCITABILITÉ ÉLECTRIQUE DE LA SUBSTANCE CORTICALE DU CERVEAU. (*Central-Blatt für med. Wiss.* 1875, n° 14.) — BOCHEFONTAINE. CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DES EFFETS PRODUITS PAR L'EXCITATION ÉLECTRIQUE DU CERVEAU. (*Gazette médicale*, 1875, n° 35, et *Société de biologie.*)

La question de l'excitabilité des hémisphères cérébraux a donné lieu à de nombreux travaux depuis ceux que nous avons analysés dans ces *Archives* (*Arch.* XLVIII, 171 et 356, XLIX, 163). On peut en juger par l'énumération bibliographique exposée ci-dessus, que nous n'avons pas la prétention de considérer comme complète. Il est impossible de donner ici une étude détaillée d'une question sur laquelle les publications sont déjà fort étendues; nous chercherons à résumer simplement les traits les plus importants, en renvoyant pour les détails aux ouvrages originaux, dont plusieurs, tels que les mémoires de M. Hitzig, celui de MM. Carville et Duret, la thèse de M. Lépine contiennent une bibliographie complète du sujet.

M. Hitzig réunit dans un volume les diverses publications qu'il a faites soit seul, soit en collaboration avec M. Fritzsch, sur la physiologie cérébrale. Ces mémoires sont disséminés dans plusieurs revues et, en particulier, dans les *Archives* de MM. Reichert et du Bois-Reymond. M. Hitzig revendique à juste titre la priorité de l'investigation cérébrale au moyen de l'électricité et les principales découvertes auxquelles donnèrent lieu cette méthode.

Avant M. Hitzig, en effet, l'excitabilité électrique de la couche corticale des hémisphères avait été complétement méconnue. Plusieurs auteurs, tels en particulier que M. Ferrier et MM. Carville et Duret paraissent, surtout dans leurs premières publications, ne pas connaître en détail les recherches antérieures de M. Hitzig. Si les travaux plus récents

ont étendu quelque peu nos connaissances sur ce point de physiologie, il faut en rapporter le principal mérite à celui qui le premier a décrit les phénomènes intéressants que nous analysons et qui a minutieusement cherché à écarter les causes d'erreur.

Dans leurs premières publications, MM. Carville et Duret semblaient opposés à admettre des centres moteurs dans la substance corticale. Les mouvements produits par l'excitation des circonvolutions leur paraissant devoir être considérés comme des phénomènes de transmission à distance : Les conclusions de leur plus récent mémoire se rapprochent, au contraire, de celles de M. Hitzig aux recherches duquel ils rendent davantage justice dans ce mémoire que dans le précédent.

Quelle que soit la méthode que l'on emploie : que l'on se serve comme agents excitateurs des courants constants et exceptionnellement des courants induits comme M. Hitzig, que l'on préfère l'application des courants induits comme M. Ferrier, MM. Carville et Duret et d'autres, que l'on choisisse la méthode des injections intra-cérébrales comme M. Nothnagel, on ne peut méconnaître que certaines parties de la surface du cerveau sont excitables : que leur excitation produit des mouvements variables selon le point excité et se manifestant du côté opposé à l'hémisphère excité ; que la lésion de ces centres excitables produit des troubles plus ou moins nets dans les parties qui sont sous leur dépendance.

C'est là un point de physiologie expérimentale qui pouvait étonner à juste titre les auteurs les moins prévenus, en présence des nombreux travaux antérieurs qui constataient, au contraire, l'inexcitabilité de la substance corticale du cerveau.

M. Hitzig et ses successeurs ont cherché dans leurs expériences à déterminer les centres moteurs qui peuvent être mis en jeu à la surface du cerveau. Quelques-uns de ces centres ont pu être nettement précisés et limités, tandis que d'autres offrent moins de certitude.

Pour M. Hitzig, la plupart des centres moteurs du chien sont situés sur cette partie de la première circonvolution frontale qu'on appelle *gyrus sigmoïde.* Il faut en excepter cependant les centres du mouvement de la face, de la mâchoire et de la langue.

Les centres indiqués par M. Ferrier pour les mouvements des pattes correspondent à peu près à ceux indiqués par M. Hitzig, ils sont situés sur le gyrus sigmoïde, en arrière du sillon crucial; le centre du membre postérieur étant situé à quelque distance, au-dessus et en arrière de celui du membre antérieur. En plaçant, par exemple, les électrodes sur un certain point du gyrus sigmoïde, on provoque dans la patte antérieure du côté opposé des mouvements bien nets d'adduction ou de flexion de cette patte. L'excitation portée plus en arrière provoque des mouvements analogues dans le membre postérieur : la patte antérieure restant alors immobile.

Sans insister longuement sur la détermination précise des divers centres admis par les expérimentateurs, ce qui nous entraînerait trop loin, nous dirons en résumé qu'on peut produire par l'excitation de parties distinctes des circonvolutions cérébrales des mouvements, dans les muscles du tronc, dans l'extrémité antérieure, l'extrémité postérieure, la queue, les yeux, la langue, les mâchoires, les oreilles; qu'enfin plus récemment M. Bochefontaine a rapporté à la Société de biologie des expériences dans lesquelles l'excitation des circonvolutions situées en avant du sillon crucial auraient produit des contractions de la rate, des intestins, de la vessie, de la dilatation des pupilles, une hypersécrétion de la glande sous-maxillaire.

La situation bien positive de ces divers centres n'est pas encore nettement définie, c'est ainsi que M. Ferrier étend, comparativement à M. Hitzig et à MM. Carville et Duret, beaucoup la surface excitable des circonvolutions. Aussi M. Hitzig, ainsi que MM. Carville et Duret, l'accusent-ils d'employer des courants trop violents. Les courants induits

donneut souvent naissance, comme le fait remarquer M. Hitzig, à des courants dérivés susceptibles d'exciter des parties voisines, surtout quand ces parties sont imbibées de liquides. L'emploi des courants constants adopté par M. Hitzig n'aurait pas cet inconvénient. Dans ses expériences, l'auteur a remarqué que le pôle positif (anode) agit plus fortement que le pôle négatif (katode). Il a pu aussi faire pénétrer dans les parties profondes du cerveau des courants excitateurs au moyen d'aiguilles recouvertes, sauf à leur extrémité, d'un vernis isolant et comparer les résultats ainsi obtenus avec ceux que fournit l'excitation de la surface cérébrale.

Les expériences ont été pratiquées sur des animaux d'espèces variées et ont donné des résultats analogues. On s'est servi de rongeurs (lapins, cochons d'Inde), de chiens, de chats, enfin M. Ferrier a pu avoir à sa disposition un assez grand nombre de singes et M. Hitzig a expérimenté sur un de ces animaux.

Les expériences démontrent que plus on monte l'échelle animale, plus les centres excitables de la substance corticale sont nets et variés.

Les expériences faites sur des singes offrent, on le comprend, un grand intérêt relativement à la pathologie humaine, car le cerveau du singe a assez d'analogie avec celui de l'homme pour qu'il soit possible de déterminer approximativement les centres excitables du cerveau humain.

Plusieurs cas pathologiques rentrent aussi dans cet ordre de faits : Les auteurs en question résument un certain nombre d'observations cliniques dans lesquelles des mouvements convulsifs localisés observés pendant la vie répondaient à des lésions superficielles des hémisphères. Nous avons nous-mêmes eu l'occasion d'observer à l'Hôpital cantonal un cas analogue qu'a publié M. David, alors interne de cet établissement. [1]

[1] Voy. *Gazette médicale de Paris*, 1874, p. 609, et *Soc. de Biologie*. Attaques successives de convulsions de tout le côté gauche du corps ;

S'il est prouvé actuellement que l'excitation de certains points limités de la substance corticale du cerveau provoque des mouvements déterminés et toujours les mêmes dans le côté opposé du corps, quelle est la cause et l'interprétation physiologique de ce phénomène?

L'excitation mécanique de la substance corticale des hémisphères ne produit généralement pas cet effet; il faut des conditions spéciales telles que l'application d'un courant électrique constant ou induit pour mettre en jeu cette excitabilité spéciale dont s'occupent les auteurs que nous analysons ici. Or, cette manifestation motrice pourrait être l'indice d'une transmission du courant à des parties situées plus profondément et dont l'excitabilité n'est pas contestée. C'est un point sur lequel nous avons déjà attiré l'attention dans une précédente analyse. Mais, s'il en était ainsi comme veut le prouver M. Burdon-Sanderson, pourquoi les centres excitables de la surface du cerveau, si voisins les uns des autres, ne seraient-ils pas tous excités simultanément? Il suffit, en effet, quand le courant électrique n'est pas intense, de porter les électrodes sur un point très-voisin de celui qui était excitable pour ne plus produire le phénomène. Un point très-voisin du premier produira souvent, au contraire, des mouvements dans un membre différent : plusieurs centres excitables étant fort peu distants les uns des autres. Cette transmission des courants, qui aurait lieu en profondeur et non en surface, semble assez difficile à admettre dans un organe humide comme l'est le cerveau.

Les expériences de MM. Carville et Dupuy ont démontré, il est vrai, que les courants électriques un peu intenses se transmettent à distance soit sur des cerveaux vivants, soit sur des cerveaux morts. (Voy. analyse, *Archives* XLIX, 163.) Mais dans leur dernier mémoire ces auteurs accordent eux-mêmes que le phénomène de l'excitation électrique à distance est incapable de donner l'explication des excitations

hémiplégie gauche; abcès superficiel de l'hémisphère droit, par M. David, interne de l'Hôpital cantonal de Genève.

produites par des courants de médiocre intensité et qu'il faut chercher une autre interprétation du phénomène.

Plusieurs auteurs, et en particulier M. Schiff, M. Brown-Séquard, M. Dupuy, ont voulu faire de ces mouvements des phénomènes réflexes analogues aux mouvements convulsifs produits, par exemple, par l'excitation des méninges.

Cette hypothèse semble recevoir un argument dans le fait que l'excitabilité de la substance corticale diminue et disparaît même quelquefois complétement sous l'influence des anesthésiques ou de l'état d'apnée. Mais M. Hitzig, ainsi que MM. Carville et Duret, répondent que l'anesthésie n'abolit qu'imparfaitement les phénomènes, à moins qu'elle ne soit très-profonde. MM. Carville et Duret objectent de plus à cette manière de voir le fait qu'ils ont pu produire des mouvements dans la jambe en excitant le centre cortical de ce membre, chez un chien dont ils avaient préalablement détruit le corps strié. Or, dans l'hypothèse de MM. Brown-Sequard et Schiff, le corps strié devrait agir comme centre d'action réflexe : Il est vrai qu'on peut objecter que cette expérience n'a été faite qu'une fois et que la destruction complète du corps strié, en ménageant la substance corticale, est une opération trop délicate pour qu'on puisse affirmer sa réussite d'une façon irréprochable.

M. Hitzig ainsi que M. Ferrier ont voulu par leurs expériences démontrer qu'il existe dans l'écorce grise des centres pour les mouvements *volontaires*.

« La variété des effets du courant appliqué à la surface « des circonvolutions, disent MM. Carville et Duret, p. 422, « ne démontre pas qu'il s'agisse dans les faits observés de « centres pour les mouvements volontaires ; il se peut que « les courants, suivant les faisceaux blancs, aillent agir sur « des régions différentes des noyaux gris de l'encéphale « situés plus bas, et que les noyaux gris renferment les véri- « tables centres des mouvements volontaires. On aurait en « un mot excité dans l'écorce grise des centres *perceptifs* « distincts qui, ayant des rapports séparés avec les autres

« moteurs situés plus bas, donnent lieu par l'excitation « électrique à la production de mouvements localisés.

Or, il résulterait des expériences de MM. Carville et Duret, en désaccord en cela avec celles de M. Putnam :

« 1° Que les courants électriques n'agissent pas seulement « sur la surface grise des circonvolutions : leur action se « propage jusqu'à la substance blanche subjacente où ils « suivent les principaux faisceaux.

« 2° Que l'intégrité de la substance grise des circonvolu- « tions n'est pas nécessaire pour obtenir des mouvements « localisés par l'excitation électrique des hémisphères céré- « braux » (p. 429).

MM. Carville et Duret ont cherché à élucider cette question encore si complexe en faisant sur des chiens l'ablation du centre dont l'excitation produit des mouvements dans les pattes, en guérissant ensuite l'animal et en observant les troubles de la motilité consécutifs à cette opération. M. Hitzig avait déjà cité une expérience analogue dans son mémoire. Or, il résulte des expériences ainsi faites que les animaux ainsi opérés conservent pendant quelques jours des troubles moteurs dans le membre opposé au côté opéré; mais ces phénomènes cessent au bout de quelques jours, et l'intégrité des mouvements ne tarde pas à se rétablir.

MM. Carville et Duret cherchèrent s'il n'y avait pas dans ce cas une suppléance de l'hémisphère cérébral opposé, analogue à celle que M. Broca et d'autres ont admise pour interpréter la guérison des aphasiques après un temps plus ou moins long. MM. Carville et Duret ont été en conséquence conduits à enlever sur les deux hémisphères des parties correspondantes, les deux centres moteurs corticaux des deux membres supérieurs, par exemple. A la suite de cette double opération, ils ont pu observer de chaque côté et pendant plusieurs jours des troubles moteurs analogues; mais ces troubles de la motilité ont été passagers comme dans le cas de l'ablation d'un centre unique, et l'hypothèse de la suppléance d'un centre par celui du côté opposé a été ainsi ren-

versée. Ces expériences ont conduit MM. Carville et Duret à penser que dans ces cas la suppléance se fait par les parties voisines, qu'il ne s'agit que d'une paralysie de nature spéciale à laquelle ils donnent le nom de *paralysie de la motricité volontaire.*

Adoptant en effet la manière de voir proposée anciennement par Flourens, Longet, et acceptée ensuite par M. Vulpian, ces auteurs sont tentés de rejeter l'idée d'une localisation primitive des fonctions de la substance grise. La substance grise corticale du cerveau n'offrirait pas de centres proprement dits destinés à remplir telle ou telle fonction ; mais elle agirait dans son ensemble et ce seraient les impressions périphériques répétées et leur succession habituelle qui développeraient dans cette écorce grise des centres *fonctionnels* pour les mouvements volontaires, comme il s'établirait aussi des centres fonctionnels de la faculté de langage. Si on détruisait ces centres fonctionnels un point quelconque des régions motrices corticales viendrait suppléer le centre détruit.

« On peut formuler cette théorie, disent MM. Carville et « Duret, p. 480, par les trois lois suivantes :

« 1° La loi de l'impressionnabilité généralisée des régions « corticales motrices des circonvolutions.

« 2° La loi de la localisation fonctionnelle acquise ou hé- « réditaire.

« 3° La loi de la substitution fonctionnelle (loi de supplé- « ance de Flourens). »

Nous pensons qu'il faudrait que le point de la substance corticale qui a suppléé à la partie dont on a fait l'ablation fût expérimentalement démontrée pour que cette théorie reposât sur des bases solides.

La manière de voir des auteurs précédents a été complétement rejetée par M. Hitzig, qui pense au contraire que ses expériences sont des preuves en faveur de la théorie de la localisation cérébrale proprement dite.

Poursuivant par les mêmes procédés l'étude de l'excitation

des parties cérébrales profondes, les auteurs que nous analysons ont obtenu quelques données nouvelles relativement aux fonctions des couches optiques et du cervelet. Les couches optiques, d'après les expériences de M. Nothnagel, de MM. Carville et Duret, et de M. Hitzig, n'ont pas, comme on l'avait cru, d'influence sur l'intégrité de la transmission des impressions de sensibilité. Une couche optique peut être lésée en entier sans que la sensibilité soit abolie dans la partie opposée du corps. Mais si la lésion tombe sur la partie postérieure de l'expansion pédonculaire entre la couche optique et le noyau lenticulaire du corps strié il se produit de l'hémianesthésie du côté opposé du corps. Cette donnée est fournie soit par l'expérimentation, soit par des faits pathologiques résumés dans les travaux de MM. Magnan, Veyssière, Carville, Virenque, Charcot, etc.

Les recherches de M. Ferrier, confirmées par d'autres, font jouer au cervelet un rôle important relativement aux mouvements des yeux.

On voit par ce rapide résumé combien de travaux ont surgi dans ces derniers temps relativement à un point intéressant de la pathologie et de la physiologie des centres nerveux.

La localisation des fonctions dans le cerveau est encore contestée par plusieurs auteurs. On ne peut cependant méconnaître que certaines portions de la substance grise corticale semblent adaptées à un rôle, à une fonction spéciale. La perte du langage ou aphasie accompagnée très-habituellement d'une lésion de la troisième circonvolution frontale gauche (Broca) ou de l'isthme de l'insula (Meynert et d'autres) en est un exemple : les exceptions à cette règle sont en effet très-rares. L'excitation électrique de la substance corticale a signalé dans un point correspondant approximativement à celui que plusieurs auteurs considèrent comme centre du langage articulé un centre moteur des lèvres et de la langue, fait qu'on ne peut s'empêcher de rapprocher de la question de l'aphasie.

Les centres excitables décrits sur les circonvolutions se

multiplient chaque jour et semblent se préciser davantage; mais l'interprétation physiologique de ces faits expérimentaux n'est pas encore donnée d'une façon satisfaisante et incontestable.

Faut-il y voir des phénomènes de transmission?

Faut-il considérer l'excitation électrique de la substance corticale comme capable de faire naître un phénomène psychique, de mettre en jeu une action volontaire par excitation directe des cellules corticales, et d'exciter un centre nerveux primitivement ou secondairement adapté à remplir ce rôle physiologique?

Faut-il considérer ces phénomènes comme purement réflexes?

Faut-il enfin leur chercher une toute autre explication? C'est ce qu'il nous paraît impossible de déterminer d'une façon incontestable dans l'état actuel de la science.

Dr PREVOST.

OSCAR GRIMM. BRIEFLICHE MITTHEILUNGEN.... LETTRE A M. C. TH. VON SIEBOLD SUR UNE EXPLORATION SCIENTIFIQUE DE LA MER CASPIENNE. (*Zeitschr. f. wiss. Zoologie*, vol. XXV, 3me cahier, 1875, p. 322). (*Traduction.*)

Vous savez déjà que notre Société des Naturalistes a organisé l'été passé une expédition scientifique destinée à faire des recherches de géologie et de zoologie dans le bassin Aralo-Caspien et que j'ai été chargé des études relatives à la mer Caspienne. Je viens vous communiquer quelques-uns des résultats obtenus pendant mon voyage; il vous paraîtront peut-être assez intéressants pour mériter la publicité, mais je laisse du reste cela complétement à votre appréciation.

L'année passée j'ai pu étudier la partie méridionale de la Caspienne. J'ai séjourné deux mois à Bakou, et passé un mois sur un schooner à vapeur qui avait été mis à ma disposition par le grand-duc Michel Nicolajewitsch. Après cela, je me suis rendu de Bakou à Krassnowadsk, et de ce dernier

point à la côte orientale, dans le golfe Balchanique où se trouvait jadis l'embouchure de l'Oxus, par l'île Tscheleken; je suis allé ensuite au sud jusqu'à Astrabad, puis à Enzili, à Lenkoran et de nouveau à Bakou. J'ai partout pêché et dragué jusqu'à une profondeur de 150 brasses, ce qui m'a permis de me procurer un nombre relativement considérable d'animaux, parmi lesquels se trouvent six nouvelles espèces de poissons (un Gobius et cinq Benthophilus), vingt espèces de Mollusques (Rissoa dimidiata, Hydrobia caspia, H. spica, H. stagnalis avec deux variétés, Eulcina conus, Neritina liturata, Lithoglyphus caspius, Bithynia Eichwaldi, Planorbis Eichwaldi, sp. n., Cardium edule et var. rusticum, C. caspium, C. crassum, C. trigonoides, Adacua vitrea, Adacua edentula, A. plicata, A. lœviuscula, Dreyssena polymorpha, Dr. caspia, Dr. rostriformis et quelques autres mollusques terrestres et fluviatiles); un Bryozoaire, la Bowerbankia densa Farre, chez laquelle on peut voir d'une manière admirable le système nerveux colonial; environ 35 espèces de Crustacés, parmi lesquels on remarque la famille des Gammarides représentée en particulier par des formes colossales, et l'Idothea entomon dont j'ai récolté des quantités considérables. Il y a ensuite 20 espèces de Vers (Sabellides octocirrata), de nombreux Turbellariés, deux Spongiaires (Reniera flava, sp. n., ou peut-être variété de la R. alba, O. Schm. et une autre Reniera à l'état larvaire), et enfin 13 Protozoaires, parmi lesquels se trouvent six espèces nouvelles.

Les récoltes les plus intéressantes ont été faites à une profondeur de 108 brasses, niveau auquel vit une énorme quantité de Crustacés et de Mollusques. Cela est vrai du moins de la côte occidentale, tandis que, sur la côte orientale, où la steppe Aralo-Caspienne se continue sous la mer, il n'existe presque pas de vie animale dans le sable. La même pauvreté s'observe aussi dans les golfes d'Astrabad et d'Enzili. La côte occidentale, au contraire, avec ses hautes montagnes et sa vie animale abondante se reflète, pour ainsi dire, dans les eaux où l'on trouve une profondeur de 517 brasses avec

une faune relativement riche. Pour prouver cette assertion je n'aurai qu'à citer un seul fait : dans un coup de drague donné à une profondeur de 108 brasses, à 0° 12′ O. de Bakou, par 39° 41′ lat. N., j'ai récolté environ 350 échantillons de Gammarides appartenant à quatre ou cinq espèces, 150 Idothea entomon, 50 Mysis de dimensions colossales, 6 espèces de poissons (déterminés par Kessler comme étant les Gobius bathybius, Benthophilus leptocephalus et Grimmi, puis les Benth. armatus, granulosus, ctenolepidus, espèces tout à fait nouvelles), enfin une foule de grands échantillons de Hydrobia caspia, Dreyssena rostriformis, etc. Il faut ajouter que tout cela ne formait que la cinquième partie environ des animaux ramenés par la drague.

J'ai pu étudier dans la mer Caspienne 120 espèces d'animaux sur lesquelles environ 80 y ont été trouvées pour la première fois par moi. Le nombre total des animaux de la Caspienne connus jusqu'à présent doit être de plus de 150. Si cette faune est pauvre comparativement à celles d'autres mers, telles que la Méditerranée et même que la mer Noire, mes recherches prouvent qu'elle est cependant beaucoup plus riche qu'elle ne le semblait jusqu'à présent, et l'affirmation de v. Baer que « celui qui voudra se laisser entraîner par son *Mihiismus* pour établir de nouvelles espèces devra élever de faibles variétés au rang d'espèces » ne paraît malheureusement[1] pas se justifier. Cela est surtout évident lorsqu'on réfléchit que cette mer a été encore peu étudiée, particulièrement dans ses parties les plus profondes, où la vie animale semble se montrer la plus intense. L'eau de la Caspienne étant pauvre en parties salines, c'est dans les profondeurs que sa composition se rapproche le plus de celle de l'eau de mer.

Je vais vous donner seulement les résultats les plus géné-

[1] Je dis « *malheureusement* » parce que je ne suis pas un amateur de nouvelles espèces et que cependant je me trouve forcé d'en établir un nombre considérable.

raux de mes recherches, tels qu'ils se présentent actuellement avant que l'étude des animaux récoltés ait été terminée et même, pour ainsi dire, au moment où je la commence [1].

D'après sa faune, la mer Caspienne présente les caractères d'un grand lac à demi salé qui possède ses espèces propres d'animaux et en renferme aussi d'autres qui se rencontrent dans d'autres mers. Les premières (ex. les nouveaux Gobius et Benthophilus) tirent leur origine d'espèces encore vivantes ou déjà éteintes, ou bien résultent de légères modifications d'espèces voisines vivant dans d'autres mers, comme c'est le cas pour le Corregonus leucichthys, le Calictis caspia, Eichw., qui est une bonne espèce, le Petromyzon Wagneri Kessl., le Tintinnus mitra sp. n., la Reniera flava sp. n. Les autres animaux, c'est-à-dire ceux qui se rencontrent aussi dans d'autres mers, possèdent une grande ténacité vitale, puisqu'ils prospèrent encore aujourd'hui là où leurs anciens collègues moins robustes sont déjà morts depuis longtemps; c'est dans cette catégorie que rentrent les Rotalia veneta, Sabellides octocirrata, Laguncula repens, Mysis relicta et Idothea entomon.

Ces espèces communes à différentes mers montrent les affinités de la mer Caspienne avec le lac Aral, la mer Noire et l'Océan arctique; mais les affinités avec la mer Glaciale semblent être plus récentes que celles avec la mer Noire, car dans cette dernière mer il manque certaines espèces telles que les Phoques, le Corregonus leucichthys et d'autres encore qui sont communes à la mer Caspienne et à la mer Glaciale. On peut supposer qu'à l'époque tertiaire il existait en Europe et dans les parties de l'Asie qui en sont voisines un vaste bassin d'eau douce fermé. Par un exhaussement de l'écorce terrestre dû à l'action des forces volcaniques qui se font encore énergiquement sentir aujourd'hui dans la région de la Caspienne, il a été séparé en quelques bassins

[1] J'espère continuer mes recherches l'année prochaine de manière à arriver à connaître toute cette mer, tant en surface qu'en profondeur.

plus petits, qui sont la mer Noire actuelle et le bassin Aralo-Caspien. Ce dernier s'est plus tard divisé à son tour en deux, de même que l'on voit aujourd'hui de petits lacs salés se séparer de la mer Caspienne. En même temps l'eau de la mer Glaciale a pénétré dans le bassin de la Caspienne. Celle-ci avait encore une faible connexion avec la mer Noire, de sorte qu'un petit nombre seulement d'animaux ont pu y arriver de la mer Glaciale. C'est pour cela que nous trouvons que les formes primitives de la Caspienne sont des animaux d'eau douce (ex. Dreyssena polymorpha); ensuite, que les émigrants qui y sont venus de la mer Glaciale sont des animaux marins habitant pour la plupart les grandes profondeurs. C'est aussi la raison pour laquelle nous constatons que la mer Caspienne offre dans sa faune de plus grandes affinités avec la mer Glaciale qu'avec la mer Noire, laquelle, à son tour, est devenue plus riche en animaux sous l'influence de la Méditerranée.

La mer Caspienne n'a pas seulement reçu des espèces de la mer Glaciale, elle lui en a aussi fourni quelques-unes, comme, par exemple, une (?) espèce d'Acipenser qui semble être l'A. ruthenus et vit dans les fleuves de la Sibérie. Je considère les Acipenser comme appartenant à l'ancien bassin Aralo-Caspien et ayant émigré, ainsi qu'il a été dit, dans la mer Glaciale et peut-être aussi jusqu'en Amérique où existent, comme on le sait, les plus proches voisins des Scaphirhynques de l'Aral. D'autre part, l'on peut présumer que les Acipensérides avaient pour lieu d'origine l'Océan indien et provenaient des Sélaciens avec lesquels ils ont, en particulier dans leur jeune âge, beaucoup de points communs (ex. leurs dents).

Je me contenterai d'ajouter encore ici quelques remarques : L'Oxus des anciens tombait incontestablement jadis dans la mer Caspienne. Dans cette mer, la richesse en espèces animales est remplacée par une richesse en individus et le plus grand nombre des espèces de Mollusques décrites par Eichwald comme subfossiles ont été retrouvées par moi à

l'état vivant et sont représentées par des individus aussi grands que leurs alliés fossiles. Enfin, les parties les plus profondes de la mer se sont trouvées être les plus richement peuplées d'espèces animales tout autres que celles qui habitent les régions n'ayant que quelques brasses de profondeur.

P. Harting. Notices zoologiques faites pendant un séjour a Schéveningue. (*Niederländisches Archiv für Zoologie*, vol. II, 3e cahier. Haarlem, 1875.)

Dans ces notices, nous trouvons d'abord quelques renseignements sur la membrane de l'œuf des *Cyanea*, sur les otolithes des *Cyanea* et des *Chrysaora*, sur le système nerveux et les organes des sens d'une *Eucope*, et enfin des recherches intéressantes sur les chromatophores des embryons du *Loligo vulgaris*. Les observations faites par M. Harting sur ces derniers organes l'ont amené à des résultats qui diffèrent passablement, sur plusieurs points importants, de ceux auxquels étaient arrivés Harless, Brücke et plus récemment Fr. Boll.

Les embryons de Loligo, qui ont fourni au savant hollandais les objets d'étude les plus favorables, n'avaient qu'une longueur de 3 à 4 millimètres. Sur des individus vivants de cette taille, le corps est assez transparent pour que l'on puisse employer la lumière transmise et constater nettement les relations des chromatophores avec les tissus qui les entourent.

Lorsque les chromatophores se trouvent à l'état de contraction, ils se présentent sous la forme de petits globules presque noirs, ayant un diamètre de 20 à 30 μ, et, par conséquent, invisible à l'œil nu. Ils sont donc sans influence sur le fond de la couleur générale de l'animal qui est d'un blanc laiteux. Quand ils s'étendent, les chromatophores commencent à montrer la couleur qui leur est propre, c'est-à-dire le jaune, le jaune brunâtre ou rougeâtre, le violet plus ou moins rougeâtre, et leur transparence augmente avec le

degré d'expansion en même temps que la couleur devient plus claire.

M. Harting n'a pas observé de chromatophores en voie de division : il croit que l'augmentation de nombre de ces organes a lieu par l'apparition, dans les espaces clairs, de chromatophores nouveaux qui commencent par être jaunes et passent ensuite à d'autres couleurs. Sauf un nombre très-faible de chromatophores jaunes de très-petite taille, que l'auteur considère comme étant en voie de formation, le diamètre de ces organes à l'état d'expansion varie de 150 à 250 μ, de sorte qu'ils surpassent de 7 à 10 fois en diamètre et de 50 à 100 fois en surface les chromatophores à l'état de contraction. Lorsque l'animal a encore une grande vitalité, la contraction et l'expansion se font d'une manière très-rhythmique et peuvent arriver au nombre de 10 à 12 changements d'état par minute. Lorsque la vie commence à s'éteindre chez l'embryon sorti de son enveloppe, les mouvements se ralentissent ; ils cessent ensuite complétement, et *lorsque l'animal est mort presque tous les chromatophores sont restés à l'état d'expansion.* Ce fait n'est guère explicable dans la manière de voir des naturalistes qui admettent, avec Harless et Boll, l'existence de fibres contractiles de nature musculaire s'insérant aux parois des chromatophores et produisant l'expansion par suite d'une traction exercée sur ces sacs à pigment. Dans l'ancienne explication, l'expansion serait la phase active et la contraction la phase passive ; on a même décrit une forme étoilée résultant du tiraillement produit sur certains points. M. Harting n'a jamais vu cette dernière apparence; il a seulement constaté quelquefois l'existence de prolongements ressemblant à de petits diverticulums.

Selon M. Harting, tous les chromatophores des embryons du Loligo se trouvent immédiatement au-dessous de l'épiderme, dans la couche qui deviendra plus tard le derme et qui offre alors la structure ordinaire du tissu conjonctif encore amorphe. Chacun d'eux est situé dans une petite cavité

aplatie où il peut effectuer ses mouvements d'expansion et de contraction. Sans se prononcer d'une manière certaine, M. Harting considère comme probable l'existence d'une membrane pariétale très-mince. Il n'a pas pu s'assurer de la présence d'un noyau ; mais cette observation négative n'a pas une grande valeur, puisque Fr. Boll dit expressément qu'il est très-difficile à distinguer dans les Loligo.

Si M. Harting n'a pas réussi non plus à reconnaître des cordons musculaires s'insérant sur la périphérie des chromatophores, il a constaté l'existence de fibres d'une autre nature, rayonnant au nombre de 12 à 20 autour de chaque chromatophore. Chacune de ces fibres se termine du côté du chromatophore, par une partie renflée contenant un noyau de forme ellipsoïdale. Sous un très-fort grossissement le renflement terminal laisse voir quatre ou cinq stries longitudinales qu'on peut suivre jusque dans la partie mince de la fibre et qui indiquent peut-être que les fibres radiaires sont composées elles-mêmes d'un certain nombre de fibres beaucoup plus ténues. M. Harting n'a jamais pu voir ces fibres se continuer dans celles d'un chromatophore voisin ; mais, à mesure qu'elles s'éloignent du chromatophore, elles deviennent de plus en plus pâles et semblent se perdre au milieu du tissu granuleux environnant. Il serait possible cependant qu'elles changeassent de niveau et se continuassent dans la couche musculaire.

Selon M. Harting, ces fibres ne se réunissent pas pour former, comme le veut M. Boll, une paroi autour du chromatophore ; elles sont, au contraire, isolées et indépendantes les unes des autres. L'opinion du savant micrographe hollandais est que le pouvoir d'expansion et de contraction réside dans la substance protoplasmique du chromatophore et non dans les fibres ou cellules qui l'environnent. Il pense que les fibres sont de nature nerveuse et que, sous leur influence, le chromatophore exécute par son activité propre les mouvements dont il est le siége. Par des exemples tirés de ce qu'on observe dans les cellules des parois du cœur de l'embryon des

Loligo, dans beaucoup d'infusoires et de Grégarines et dans les chromatophores du Caméléon, il montre que les analogies ne manquent pas en faveur de cette manière de voir.

Nous nous trouvons donc en présence de descriptions et de figures qui présentent des divergences importantes et ont conduit des anatomistes distingués à formuler des théories complétement opposées. De quel côté est la vérité? Il est bien difficile de le dire et ce n'est que des observations nouvelles, plus variées et plus complètes, qui pourront dissiper l'obscurité planant encore sur cet intéressant sujet.

A. H.

BOTANIQUE.

Delbrouck (Dr Conrad). Die Pflanzen-Stacheln (les piquants des plantes). In-8°. 117 pag. et 6 pl.; dans Hanstein bot. Abhandl. vol. II, 1875.

Depuis Guettard jusqu'à nos jours les botanistes sont arrivés graduellement à des idées, reconnues comme justes, sur la nature des parties dures appelées, d'une manière générale, en français, des piquants, en latin, *arma*. Il ne restait plus qu'à changer des noms, pour suivre la mode, ce qui n'a pas grande utilité, et à donner de nouvelles observations sur la forme et la genèse des piquants, ce qui en aura toujours. L'ouvrage de M. Delbrouck répond à ces deux desiderata.

Comme la tige est devenue un *Kaulom*, la feuille un *Phyllom* et les poils des *Trichom*, il devait en découler que les parties caulinaires endurcies sont des *Kaulom-Stacheln* (piquants-tiges), les feuilles endurcies des *Phyllom-Stacheln* (piquants-tiges) et les poils endurcis des *Trichom-Stacheln* (piquants-poils). L'auteur fait de ces trois catégories bien connues trois classes égales, mais en cela il ne suit pas une division bien logique, attendu que les piquants dérivés des tiges ou des feuilles ont des positions forcées et en nombre limité, ce qui ajoute beaucoup à leur importance et fait

présumer immédiatement certaines évolutions d'un ordre principal, tandis que les poils (Trichomes), soit mols, soit durs, sont irréguliers de position, en nombre variable, et appartiennent à des évolutions du tissu d'un ordre subséquent et accessoire. La division ancienne des piquants (*arma*), selon qu'ils représentent des organes (épines, *spinæ*), ou des modifications d'une partie plus ou moins extérieure des organes (aiguillons, *aculei*), nous paraît la plus logique. Il semble qu'elle aurait dû subsister avec les mots nouveaux.

En traitant des aiguillons (*Trichom-Stacheln*), l'auteur distingue ceux qui se composent de cellules superficielles proéminentes (*Dermatogen-Stacheln*), et ceux qui proviennent de cellules plus profondes, faisant saillie au dehors (*Periblem-Stacheln*). Nous lui savons gré de n'avoir pas fabriqué avec le grec et l'allemand cinq ou six autres mots pour exprimer les aiguillons contenant des vaisseaux ou n'en contenant pas, composés de une, deux, trois, etc., cellules, ou les *Periblem-Stacheln*, provenant de deux, trois, etc., couches du tissu cellulaire. Il s'en est abstenu, avec beaucoup de bon sens, au risque de passer pour moins savant auprès de quelques personnes [1].

Les figures, au nombre de 182, sont groupées dans six planches qu'on aura du plaisir à consulter. L'auteur a soin de rappeler dans le texte beaucoup d'observations antérieures déjà publiées, et nous pouvons ajouter, à son éloge, qu'il connaît l'histoire de la science et ne néglige pas de citer ses devanciers, même quand ils ont parlé une autre langue que la sienne.

EICHLER (Dr A.-W.). BLÜTHENDIAGRAMME. In-8°, 1 Theil. 1875.

Dans cette première partie d'un ouvrage important, l'auteur indique la disposition des parties de la fleur dans les

[1] Les mots tirés de deux langues différentes sont d'ailleurs des barbarismes. Si les érudits français se moquent de termes comme *bureaucratie*, les érudits allemands doivent rire de mots tels que *Kaulom-Stacheln*, etc.

Gymnospermes, les Monocotylédones et les Dicotylédones corolliflores. Il le fait au moyen de diagrammes, soit plans figuratifs des fleurs, au nombre de 176, gravés sur bois, avec explications et commentaires. Ce procédé des diagrammes, introduit jadis dans la science par Augustin-Pyramus de Candolle, a obtenu un succès croissant. Le traité de LeMaout et Decaisne ainsi que l'ouvrage dont nous parlons en sont la preuve. Il est difficile, en effet, d'expliquer d'une manière plus claire, plus brève et plus aisée à comparer la disposition des organes floraux, qui constitue les caractères essentiels des familles et quelquefois des genres. L'auteur ne donne que des faits observés par lui, et souvent il montre la position de la fleur relativement aux bractées et aux axes d'inflorescence, en reliant les faits par des réflexions judicieuses qui seront toujours utiles à consulter. La seconde partie comprendra le reste des Dicotylédones. Un travail aussi coordonné et dont le mérite est beaucoup dans les figures, n'est guère susceptible d'analyse. Chaque botaniste devra s'en servir à l'occasion. Ce sera le compagnon nécessaire des livres classiques sur les familles naturelles des plantes phanérogames.

DELPINO. ULTERIORI OSSERVAZIONI SULLA DICOGAMIA NEL REGNO VEGETABILE. Parte 2, fasc. 2. In-8°. Milan 1875 [1].

Dans ce nouveau fascicule, qui est un volume de 351 pages, l'auteur traite des plantes dans lesquelles des animaux contribuent à la fécondation (zoïdiophiles). Il les classe en de très-nombreuses catégories, suivant les circonstances qui attirent, par la vue, l'odorat ou le goût, les insectes ou autres animaux, et d'après toutes les conditions de situation, de forme, de sécrétions, etc., qui amènent le transport du pollen et sa chute sur les stigmates dans un moment favorable. A l'appui de chacune des subdivisions se trouvent des exemples, observés tantôt par l'auteur lui-même et tantôt par

[1] Tiré des *Atti della Soc. ital. sc. nat. di Milano*, pour 1873-74.

d'autres, depuis Conrad Sprengel jusqu'à nos jours. C'est un recueil très-riche de renseignements, pour lesquels il serait fort à désirer que l'ouvrage fût accompagné d'une table alphabétique des espèces, genres et familles mentionnés depuis le commencement des *Osservazioni*. On voudrait savoir, je suppose, si l'auteur a parlé des *Linaria*, mais il est impossible de deviner si ces plantes attirent par la couleur ou par la forme, et comment leur structure peut contribuer aux phénomènes observés, si quelque observation a été faite, par conséquent, on sera obligé de parcourir deux volumes de page en page, à cause de l'absence d'index. La difficulté est d'autant plus grande que l'auteur est dirigé dans sa classification par des idées, conçues à priori, sur des causes finales. Nous ne croyons pas qu'il ait jamais réfléchi à la manière de démontrer une intention, un but, ce qui est bien différent de la démonstration d'un effet. Dans les choses humaines, on a le moyen, assez simple et assez sûr, de demander à l'auteur d'un acte ou au fabricant d'une chose matérielle pourquoi il a agi ainsi ou fabriqué de telle ou telle manière, mais, dans les sciences physiques et naturelles, c'est impossible. On classe d'après les causes directes et les effets. Ainsi un chimiste classe les corps selon leur provenance chimique ou leurs propriétés, sans se demander dans quel *but* un corps se combine avec un autre ou dans quelle *intention* l'hydrogène, par exemple, est plus léger que l'azote. Heureusement, en pratique, M. Delpino parle constamment des conséquences ou effets de chaque partie d'un végétal ou d'un animal. Les théories à priori sont seulement dans l'ordre des idées et dans les titres. C'est une difficulté pour le lecteur, voilà tout, et en réalité chaque article est excellent à consulter.

A la fin de l'ouvrage se trouve un appendice sur le noyer (*Juglans regia*) dans lequel M. Delpino raconte que certains pieds, à Valombrosa, formaient d'abord les fleurs mâles, ensuite les femelles, tandis que d'autres individus formaient d'abord les fleurs femelles et ensuite les fleurs mâles, d'où

résultait un phénomène analogue au dimorphisme de quelques plantes, sans être à proprement parler un dimorphisme. Nous ne savons pas qu'on ait constaté jusqu'à présent cette diversité chez les noyers ailleurs que dans la station, assez exceptionnelle, de Valombrosa. C'est peut-être un accident ou une monstruosité de certains individus. Sur ce fait isolé et sur les dimorphismes bien connus des *Primula Linum*, etc., M. Delpino émet la théorie que les espèces dimorphes seraient composées chacune de deux espèces fondues en une, mais reparaissant tantôt sous une forme et tantôt sous une autre. En d'autres termes, il lui plaît dans ce cas d'appeler du nom, toujours obscur, d'espèce, ce que d'autres désignent par le mot forme, qui n'implique aucune hypothèse et n'exige aucune définition contestable.

Delpino. Rapporti tra insetti e tra nettarii estra-nuziali in alcune piante. Br. in-8°, 22 pages, 1874, dans le *Bulletino entomologico*, vol. VI.

Dans cet opuscule, l'ingénieux M. Delpino examine un phénomène auquel personne jusqu'à présent n'a donné une attention suffisante, celui des nectaires qui sécrétent des substances, ordinairement sucrées, hors des fleurs, sur les pétioles, les bords de la feuille, les bractées, etc.

Des glandes extra-florales existent, d'après M. Delpino, au moins dans treize familles de Dicotylédones, 20 genres et 80 espèces, et des observations ultérieures accroîtront énormément ces chiffres. Les produits de ces glandes sont recherchés avidement par les fourmis et les guêpes. Quelles peuvent en être les conséquences? Ici le savant italien, conduit par des opinions darwiniennes aussi arrêtées dans son esprit que la théorie des causes finales, cherche des effets *utiles* aux plantes. Par parenthèse, nous ne voyons pas pourquoi il ne chercherait pas des effets utiles exclusivement aux animaux, puisque, dans beaucoup de cas, fort évidents, les végétaux sont sacrifiés à l'entretien de la vie animale.

Accordons à l'auteur que les végétaux en question, ou profitent de la visite habituelle des fourmis et des guêpes, ou n'en souffrent pas au point d'avoir cessé d'exister. L'absorption par les animaux d'une grande quantité de sucre ne semble pas pouvoir profiter à la plante, puisque la matière sucrée, au contraire, est pour elle un aliment. La présence des fourmis et des guêpes ne peut pas servir à éloigner des fleurs certains insectes utiles à la fécondation, puisque, dit M. Delpino, les Ricins, qui sont pourvus de glandes foliaires, sont des plantes fécondées sans l'intervention des insectes (anémophiles). L'auteur arrive, par exclusion, à l'idée que les fourmis et les guêpes détruisent des animaux dont la présence serait nuisible à la fécondation ou au développement des fruits et graines. Il cite, à l'appui, les opinions de plusieurs forestiers allemands, qui recommandent de ne pas détruire les fourmis, parce qu'elles sont l'ennemi le plus actif des chenilles. Dans les environs de Mantoue, on apporte, au printemps, au pied des arbres fruitiers, des branches de chêne remplies de fourmis, pour qu'elles tuent les chenilles. Quant aux guêpes, l'auteur convient qu'il ne leur connaît pas, en Europe, un rôle aussi utile, mais il espère qu'on le trouvera dans les pays étrangers où ces insectes fréquentent les glandes foliaires des *Ricinus* et *Cassia*.

Nous avons cru devoir signaler ces recherches et ces idées aux physiologistes. De leur côté, les agriculteurs et horticulteurs feront d'autres réflexions sur les avantages et les inconvénients que peuvent avoir les fourmis tuant des chenilles et dévorant des fruits, méritant ainsi, comme beaucoup d'oiseaux, d'être protégées au printemps et exterminées en automne.

Alph. DC.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

Pendant le mois de NOVEMBRE 1875.

Le 4, brouillard le matin.
5, idem.
6, éclairs du côté du SE. le soir de 10 h. à 10 h. $^1/_2$.
7, fort vent du SO. dans la matinée.
8, fort vent du SSO. jusque dans l'après-midi.
9, fort vent du SSO. et pluie dans la soirée.
10, forts coups de vent du SSO. presque tout le jour ; dans l'après-midi assez fortes seiches produisant des variations de niveau de 1 décimètre dans 5 minutes.
11, dans la matinée pluie et grêle, forte tempête de SSO.
12, fort vent du SO.
14, clair le matin ; fort vent du SSO. et pluie dans la soirée.
16, gelée blanche le matin, la première de la saison, minimum + 0°,4.
19, fort vent du SSO. dans la soirée et dans la nuit suivante.
20, la neige commence à tomber dans la soirée et elle continue pendant la nuit.
21, neige tout le jour ; hauteur de la couche le soir 30 mm. ; le minimum est descendu pour la 1re fois au-dessous de 0.
22, brouillard le matin.
25, neige l'après-midi ; hauteur de la couche 26 mm.
28, forte bise jusqu'à midi ; neige le soir et la nuit suivante, hauteur de la couche 40 mm.
29, forte bise dans la soirée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm
Le 3 à 10 h. matin	728,30
7 à midi	722,34
8 à 10 h. soir	722,26
9 à 10 h. soir	719,25
13 à 8 h. matin	729,65
17 à 8 h. soir	734,90
23 à 10 h. matin	726,36
27 à 4 h. après midi	725,13

MINIMUM.	mm
Le 1er à 6 h. matin	721,55
6 à 8 h. soir	718,23
8 à 6 h. matin	713,19
9 à 2 h. après midi	716,98
11 à 6 h. matin	713,77
14 à 2 h. après midi	723,79
21 à 2 h. après midi	717,91
25 à 2 h. après midi	720,38
30 à 4 h. après midi	715,66

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o	o	cm
1	722,58	— 3,77	+ 7,82	+ 0,76	+ 6,6	+10,6	7,62	+1,19	965	+122	870	1000	3,1	6	N. 1	0,99	12,5	+ 0,6	147,3
2	725,86	— 0,50	+ 7,81	+ 0,93	+ 7,0	+10,6	6,62	+0,27	848	+ 5	700	940	0,3	...	NNE. 1	0,73	12,4	+ 0,6	146,2
3	727,70	+ 1,33	+ 6,30	— 0,41	+ 2,2	+10,4	6,15	—0,12	853	+ 10	680	1000	8,9	5	NNE. 1	0,62	12,2	+ 0,5	144,0
4	727,14	+ 0,76	+ 8,89	+ 2,35	+ 6,2	+12,9	7,89	+1,70	923	+ 79	770	1000	9,5	10	variable	0,89	12,1	+ 0,6	145,1
5	726,73	+ 0,34	+ 8,19	+ 1,82	+ 6,2	+12,9	7,51	+1,40	925	+ 81	780	1000	0,2	...	variable	0,98	12,2	+ 0,8	145,5
6	720,56	— 5,84	+ 9,42	+ 3,22	+ 8,1	+12,7	8,04	+2,00	918	+ 74	760	1000	22,7	11	SSO. 1	0,98	12,0	+ 0,7	146,8
7	721,31	— 5,10	+ 9,02	+ 2,99	+ 7,4	+12,2	5,67	—0,30	678	—166	470	870	5,1	4	SO. 3	0,87	9,9	— 0,2	146,0
8	715,99	—10,44	+ 7,57	+ 1,71	+ 4,0	+12,0	5,54	—0,36	721	—123	440	850	5,9	7	SSO. 2	0,73	7,8	— 3,2	149,4
9	718,52	— 7,93	+ 8,74	+ 3,05	+ 2,5	+13,9	7,69	+1,86	868	+ 23	720	990	14,4	14	SSO. 3	0,99	7,0	— 3,9	153,6
10	717,76	— 8,71	+14,88	+ 9,36	+12,1	+19,6	7,80	+2,04	640	—205	460	850	4,3	6	SSO. 3	0,94	7,2	— 3,6	160,0
11	717,28	— 9,21	+11,50	+ 6,14	+ 7,0	+19,0	6,47	+0,78	659	—186	470	850	9,3	11	SSO. 4	0,89	7,2	— 3,4	167,3
12	727,58	+ 1,07	+ 7,03	+ 1,84	+ 5,0	+ 9,8	5,88	+0,26	794	— 51	710	900	1,0	3	SSO. 2	0,81	6,4	— 4,1	174,0
13	728,62	+ 2,09	+ 6,54	+ 1,51	+ 3,0	+10,9	6,16	+0,61	848	+ 3	700	980	...	...	variable	0,66	6,0	— 4,4	180,5
14	724,79	— 1,76	+12,68	+ 7,82	+ 4,1	+18,1	7,31	+1,83	650	—196	490	790	2,6	2	SSO. 3	0,66	6,1	— 4,1	180,0
15	731,35	+ 4,78	+ 6,80	+ 2,10	+ 3,2	+13,6	5,12	—0,29	711	—135	560	900	...	..	SSO. 1	0,40	6,3	— 3,8	182,2
16	733,19	+ 6,59	+ 3,85	— 0,69	+ 0,4	+ 8,0	5,16	—0,19	856	+ 10	720	960	...	...	SSE. 1	0,83	7,7	— 2,3	179,0
17	733,28	+ 6,65	+ 7,34	+ 2,96	+ 3,0	+10,0	6,78	+1,49	868	+ 22	750	980	2,1	3	variable	0,98	8,7	— 1,1	181,4
18	733,81	+ 7,12	+ 8,78	+ 4,56	+ 6,0	+12,9	7,08	+1,85	843	— 4	710	990	1,3	2	SSO. 1	0,94	9,4	— 0,3	178,4
19	728,89	+ 2,17	+ 8,24	+ 4,18	+ 4,0	+13,5	6,21	+1,04	770	— 77	490	970	...	...	SSO. 2	0,50	9,6	0,0	176,5
20	720,02	— 6,73	+ 4,52	+ 0,61	+ 1,0	+ 9,1	4,46	—0,65	728	—119	630	900	4,8	7	O. 1	0,96	9,7	+ 0,2	177,0
21	718,46	— 8,32	— 0,35	— 4,11	— 1,1	+ 2,0	4,27	—0,78	952	+104	890	990	2,7	13	SE. 1	0,94	9,0	— 0,4	175,0
22	722,91	— 3,90	— 0,20	— 3,81	— 4,0	+ 4,0	4,14	—0,86	905	+ 57	820	1000	...	...	variable	0,90	8,4	— 0,8	177,5
23	725,87	— 0,97	+ 1,76	— 1,70	+ 0,4	+ 3,0	4,05	—0,90	787	— 62	650	880	...	...	NE. 1	1,00	7,8	— 1,3	176,0
24	723,95	— 2,92	+ 1,49	— 1,82	+ 0,2	+ 3,0	4,53	—0,37	704	—145	610	780	...	...	N. 1	0,97	7,8	— 1,2	175,2
25	721,03	— 5,87	+ 0,38	— 2,79	— 1,0	+ 2,0	3,99	—0,86	869	+ 19	740	980	1,4	5	NE. 1	1,00	7,7	— 1,2	174,0
26	721,11	— 5,82	— 0,52	— 3,54	— 1,9	+ 0,8	3,64	—1,16	830	— 20	710	960	...	...	NE. 1	1,00	7,6	— 1,2	171,0
27	724,75	— 2,21	— 2,09	— 4,97	— 4,2	— 0,5	2,94	—1,81	776	— 75	600	890	...	...	variable	0,84	7,3	— 1,3	169,4
28	721,92	— 5,08	— 2,82	— 5,56	— 5,2	— 1,6	3,51	—1,19	938	+ 87	850	1000	...	...	ENE. 1	0,94	7,3	— 1,2	169,0
29	717,81	— 9,22	— 2,73	— 5,32	— 4,6	— 1,0	3,10	—1,55	832	— 20	720	970	0,9	6	NE. 2	0,99	7,3	— 1,1	164,2
30	716,25	—10,82	— 1,85	— 4,30	— 3,1	— 0,5	3,13	—1,48	792	— 61	700	880	...	...	NE. 1	1,00	7,4	— 0,9	163,4

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1875.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	722,18	722,49	722,53	722,24	722,26	722,42	722,76	722,91	722,78
2e »	727,52	728,12	728,35	727,91	727,61	727,71	727,90	728,01	728,26
3e »	721,41	721,58	721,77	721,38	721,10	721,22	721,35	721,44	721,47
Mois	723,70	724,06	724,22	723,84	723,66	723,78	724,00	724,12	724,17
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 6,92	+ 7,43	+ 9,22	+10,20	+11,46	+10,84	+10,06	+ 8,90	+ 8,62
2e »	+ 6 76	+ 7,13	+ 9,44	+10,39	+10,09	+ 9,26	+ 7,72	+ 6,91	+ 6,02
3e »	— 1,23	— 1,20	— 0,20	+ 0,12	+ 0,45	+ 0,17	— 0,22	— 0,57	— 0,79
Mois	+ 4,15	+ 4,45	+ 6,15	+ 6,91	+ 7,33	+ 6,76	+ 5,85	+ 5,08	+ 4,62
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	6,78	6,80	6,98	7,16	7,08	7,24	7,10	7,33	7,32
2e »	5,89	5,93	6,11	6 21	6,43	5,98	6,32	6,04	5,97
3e »	3,71	3,66	3,66	3,69	3,75	3,62	3,66	3,60	3,63
Mois	5,46	5,46	5 58	5,69	5,76	5,61	5,69	5,66	5,64
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	907	879	818	782	711	752	765	856	867
2e »	807	788	703	660	697	677	798	804	852
3e »	886	863	804	792	785	780	809	817	842
Mois	867	843	775	745	731	736	791	826	854

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 6,23	+12,78	0,87	+10,60	74,4	148.39
2e »	+ 3,67	+12,49	0,76	+ 7,89	21,1	177,63
3e »	— 2,45	+ 1,20	0,96	+ 7,66	5,0	171,47
Mois	+ 2,48	+ 8,05	0,86	+ 8,76	100,5	165,83

Dans ce mois, l'air a été calme 1,48 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,56 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 21°,5 O., et son intensité est égale à 91,93 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE NOVEMBRE 1875.

Le 1er, brouillard l'après-midi, clair le soir.
4, neige et brouillard presque tout le jour; le ciel s'éclaircit le soir.
6, idem.
7, neige dans la nuit et le matin; brouillard le soir.
8, neige et brouillard presque tout le jour par une forte bise; une partie de la neige a été emportée par le vent.
9, neige, brouillard.
10, id. id. fort vent du SO.
11, pluie et neige, fort vent soufflant alternativement du SO. et du NE.
12, neige, brouillard, fort vent du SO. le matin de bonne heure, forte bise le reste de la journée.
14, fort vent du SO., ciel clair.
15, brouillard le matin, clair ensuite.
17, neige par une forte bise qui l'emporte en partie.
18, brouillard épais tout le jour.
20, neige le matin; brouillard tout le jour par une très-forte bise.
21, brouillard tout le jour, forte bise.
25, neige tout le jour et la nuit précédente.
26, brouillard le matin, clair ensuite.
27, clair le matin et le soir; brouillard l'après-midi.
28, brouillard l'après-midi et le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 10 h. soir	564,29	Le 1 à 6 h. matin	558,14
10 à 6 h. soir	560,82	8 à 2 h. après midi	552,25
13 à 10 h. soir	566,28	11 à 2 h. après midi	555,82
16 à 10 h. soir	569,38	14 à 10 h. soir	561,94
23 à 10 h. soir	558,58	20 à 10 h. soir	550,36
27 à 6 h. et 10 h. soir	554,28	26 à 2 h. après midi	552,26
		30 à 2 h. et 6 h. soir	550,29

SAINT-BERNARD. — NOVEMBRE 1875.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent	Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	dominant.	
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim			
1	558,98	— 4,32	558,14	559,56	— 3,16	0,00	— 6,6	+ 0,2	.....	.....	....	NE. 1	0,71
2	562,14	— 1,07	561,24	553,42	— 4,29	— 0,99	— 6,0	— 2,4	.....	.....	....	NE. 1	0,16
3	563,95	+ 0,79	563,53	564,29	— 1,08	+ 2,36	— 3,2	+ 2,6	. ...	.....	....	NE. 1	0,16
4	563,03	— 0,07	562,66	563,67	— 2,79	+ 0,79	— 4,8	— 1,0	..320	25,2.	.. .	NE. 1	0,90
5	562.57	— 0,47	561,84	563,19	— 4,58	— 0,86	— 6,8	— 3,0	.....	.....	....	NE. 1	0,42
6	558,85	— 4,13	557,01	561,19	— 1,68	+ 2,18	— 3,0	+ 0,4	..290	20,0.	....	variable	0,83
7	557,41	— 5,51	555,87	558,30	— 4,59	— 0,60	— 6,0	+ 0,2	..340	26,8.	....	NE. 1	0,67
8	553,89	— 8,97	552,25	556,65	— 6,72	— 2,60	—11,5	— 1,2	...80	6,2	....	NE. 2	0,84
9	558,52	— 4,28	557,83	559,85	— 1,02	+ 3,23	— 3,2	0,0	..200	21,6.	....	SO. 1	0,88
10	559,92	— 2,83	558,34	560,82	+ 0,03	+ 4,41	— 0,6	+ 1,8	. 240	22,0.	....	SO. 2	0,96
11	556,56	— 6,14	555,82	557,91	— 2,74	+ 1,77	— 6,0	+ 2,0	..200	42,4.	....	variable	0,94
12	561,23	— 1,42	559,21	563,33	— 7,15	— 2,50	— 9,0	— 4,6	..170	40,4.	....	NE. 2	0,87
13	565,78	+ 3,18	564,92	566,28	+ 1,22	+ 6,00	0,0	+ 4,0	.....	.....	....	NE. 1	0,29
14	563,95	+ 1,40	561,94	565,28	+ 1,09	+ 5,99	— 0,8	+ 3,2	.....	.....	....	SO. 2	0,17
15	564,74	+ 2,24	562,96	566,53	— 6,24	— 1,22	— 7,6	— 4,0	.....	.....	....	NE. 1	0,36
16	568,46	+ 6,00	567,11	569,38	+ 0,79	+ 5,93	— 0,8	+ 4,8	....	.....	....	NE. 1	0,18
17	567,50	+ 5,08	566,84	568,07	— 3,71	+ 1,55	— 5,8	— 1,2	..100	8,4.	....	NE. 2	0,90
18	567,08	+ 4,70	566,76	567,74	— 3,55	+ 1,83	— 4,6	— 2,2	.....	.....	....	NE. 2	1,00
19	563,89	+ 1,55	559,48	566,82	— 0,68	+ 4,81	— 4,8	+ 2,4	.....	.....	....	NE. 2	0,35
20	552,09	—10,21	550,36	553,69	—10,35	— 4,75	—13,7	— 6,4	..100	6,2.	....	NE. 3	1,00
21	550,98	—11,28	550,45	552,05	—13,47	— 7,76	—15,2	—11,2	.....	.....	....	NE. 2	0,96
22	555,34	— 6,89	553,03	557,34	—12,48	— 6,66	—13,6	—10,4	.....	.....	....	NE. 1	0,42
23	558,09	— 4,10	557,43	558,58	—11,20	— 5,27	—12,6	— 8,3	...70	4,3.	....	NE. 1	0,11
24	556,70	— 5,45	555,71	557,50	—11,06	— 5,03	—12,8	— 9,0	.....	.....	....	NE. 1	0,35
25	553,61	— 8,51	552,80	555,07	—10,44	— 4,31	—12,2	— 9,0	..250	20,0	....	SO. 1	1,00
26	552,61	— 9,48	552,25	553,31	—14,14	— 7,91	—16,0	—11,6	.....	.....	....	NE. 1	0,26
27	554,00	— 8,06	553,67	554,28	—16,51	—10,18	—19,7	—13,8	.....	.....	....	NE. 1	0,81
28	552,10	— 9,93	551,33	553,15	—13,07	— 6,64	—15,4	—11,6	.....	.....	....	NE. 1	0,85
29	550,80	—11,20	550,54	551,35	—12,71	— 6,18	—13,8	—11,2	.....	.....	....	NE. 1	0,16
30	550,44	—11,53	550,29	550,80	—13,77	— 7,14	—16,1	—10,9	.....	.....	....	variable	0,19

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1875.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	559,58	559,84	559,81	559,65	559,72	560,03	560,38	560,42	560,38
2e »	563,12	563,30	563,51	563,21	563,04	563,10	563,24	563,12	563,01
3e »	553,36	553,53	553,49	553 43	553,34	553,50	553,61	553,68	553,76
Mois	558,69	558,89	558,94	558,76	558,70	558,88	559,07	559,07	559,05
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 3,95	— 3,34	— 1,53	— 0,64	— 1,37	— 2,87	— 3,52	— 3,92	— 4,14
2e »	— 2,39	— 2,93	— 2,35	— 1,35	— 2,07	— 3,30	— 3,68	— 4,05	— 4,26
3e »	—13,93	—13,49	—12,49	—11,33	—11,64	—12,95	—12,95	—12,71	—12,85
Mois	— 6,76	— 6,59	— 5,46	— 4,44	— 5,03	— 6,37	— 6,72	— 6,89	— 7,08

	Min. observé.*	Max. observé	Clarté moyenne du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 5,17	— 0,24	0,65	121,8	1470
2e »	— 5,31	— 0,20	0,61	97,4	570
3e »	—14,74	—10,70	0,47	24,3	320
Mois	— 8,41	— 3,71	0,58	243,5	2360

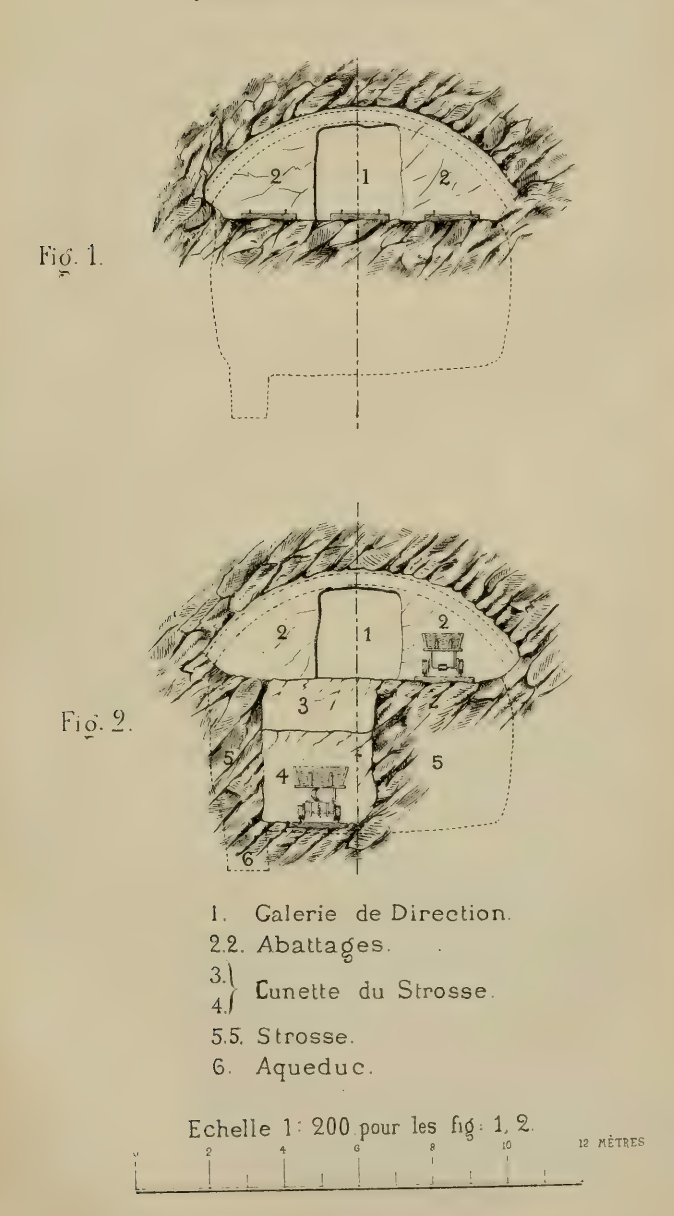
Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 4,13 à 100.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 81,11 sur 100.

· TUNNEL · DU · GOTHARD ·

Système d'excavation.



BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE
ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME LIV (NOUVELLE PÉRIODE)

1875. — N°s 213 à 216.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

BOTANIQUE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

TABLE DES AUTEURS

POUR LES

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

SUPPLÉMENT

A LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ANNÉE 1875. Tomes LII à LIV (Nouvelle période)

D

